

CHIMIE

APPLIQUÉE

A LA PHYSIOLOGIE

A LA PATHOLOGIE ET A L'HYGIÈNE

MÊME LIBRAIRIE

PRINCIPES

DE

CHIMIE BIOLOGIQUE

PAR

LE Dr ERNEST HARDY
PRÉPARATEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

1 volume in-18 de 600 pages

PRIX : 7 FRANCS

— IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1

CHIMIE

APPLIQUÉE

A LA PHYSIOLOGIE

A LA PATHOLOGIE ET A L'HYGIÈNE

avec les analyses et les méthodes de recherches les plus nouvelles

PAR

E.-J. ARMAND GAUTIER

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS
DIRECTEUR ADJ' DU LABORATOIRE DE CHIMIE BIOLOGIQUE
DOCTEUR ÈS SCIENCES, LAURÉAT DE L'INSTITUT

TOME SECOND

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PHYSIOLOGIE

2e Partie

SÉCRÉTIONS — RESPIRATION — INNERVATION ET GÉNÉRATION

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PATHOLOGIE

AVEC FIGURES DANS LE TEXTE

PARIS

LIBRAIRIE F. SAVY

24, RUE HAUTEFEUILLE

1874

CHIMIE

APPLIQUÉE

A LA PHYSIOLOGIE

A LA PATHOLOGIE ET A L'HYGIÈNE

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PHYSIOLOGIE

(2e PARTIE — SUITE)

LIVRE IV

SÉCRÉTIONS

Les organes de l'économie animale choisissent sans cesse, parmi les matériaux que leur apporte le sang, les subtances propres à nourrir leurs tissus, et lui cèdent en échange le résidu qui provient de la mise en œuvre de leurs fonctions. Ainsi chargé de matériaux non immédiatement utilisables, le sang traverse des appareils spéciaux destinés soit à fabriquer aux dépens de ses éléments des liquides tels que la salive, le suc gastrique, le sperme, etc. qui doivent servir à l'accomplissement de fonctions nouvelles, soit à excréter hors de l'organisme le *caput mortuum* que les tissus ou les glandes spéciales ne sauraient utiliser.

L'étude que nous allons aborder dans ce Livre IVe des glandes et de leurs produits de sécrétion et d'excrétion, forme donc comme la suite nécessaire de celle de l'assimilation proprement dite. L'histoire chimique des reins et de l'urine, des glandes de la peau, de la sueur, des matières sébacées, des mucus, des sérosités,

des glandes salivaires, pancréatique, hépatique, et de leurs pr duits, doit, avec celle de la respiration que nous exposerons da le livre suivant, compléter l'ensemble de nos connaissances si les transformations successives que parcourt la matière à trave l'être vivant.

CHAPITRE PREMIER

LES REINS ET L'URINE NORMALE

La sécrétion urinaire est commune à presque tous les animau On connaît, chez la plupart d'entre eux, des organes destinés extraire du sang sans interruption, et à rejeter au dehors, so des formes variées, une certaine quantité d'eau, de sels min raux, et surtout de substances azotées riches en oxygène, prov nant de la désassimilation des matières albuminoïdes contenu dans les aliments et dans les tissus. Les mollusques, les insecte les reptiles, les poissons, les oiseaux éliminent l'azote surto sous forme d'acide urique et de substances extractives. Les mar mifères séparent du sang, au moyen des glandes rénales, une ce taine quantité d'eau, de sels et d'urée. Le liquide ainsi produ est l'*urine*, que nous allons étudier après avoir dit quelques mo du rein lui-même.

ARTICLE PREMIER

LES REINS

L'appareil qui sécrète l'urine est formé, chez les mammifère de deux glandes situées dans la cavité abdominale, des deux côt de la colonne vertébrale ; de chacune de ces glandes part un can excréteur, l'*uretère*, qui conduit le liquide urinaire dans vessie.

Le rein est recouvert d'une enveloppe résistante de tissu co jonctif qui se continue jusqu'au hile de l'organe, c'est-à-dire ju qu'au lieu par où pénètrent les vaisseaux, et où s'implante l'ur tère évasé. Elle protége le parenchyme rénal tout entier.

Celui-ci semble formé de deux substances, l'une *corticale*, excentrique, de teinte brun rougeâtre; l'autre *médullaire*, plus pâle, d'aspect fibreux, terminée, chez l'homme, par 10 à 15 cônes (*pyramides de Malpighi*) dont les pointes, dirigées vers l'*uretère*, présentent chacune 15 à 20 orifices, extrémités des canaux urinifères par où l'urine s'écoule dans le bassinet.

Il ne peut entrer dans notre plan de décrire ici la structure histologique compliquée de la substance corticale et médullaire; mais, pour faire saisir le mécanisme de la sécrétion urinaire, et donner une idée de la composition chimique du rein, nous devons dire quelques mots des parties essentielles de cet organe.

Lorsqu'on observe la substance corticale avec soin, on voit qu'elle est parsemée de petits points rougeâtres, de 1 à 2 dixièmes de millimètre, auxquels on a donné le nom de *corpuscules ou glomérules de Malpighi*, pour rappeler celui qui les a découverts et décrits le premier. Un millimètre cube en renferme 6 environ ; il en existe à peu près 500 000 dans un rein de cochon. Le glomérule de Malpighi est l'organe élémentaire et principal de la sécrétion urinaire. Voici quelle est sa structure. De l'une des artérioles rénales qui a pénétré jusqu'à la substance corticale, se détachent latéralement des branches plus petites, qui se divisent, après un court trajet, en ramuscules divergents d'un même point. Ceux-ci, s'enroulant plusieurs fois sur eux-mêmes, forment une sorte de pelote ou sphérule arrondie. Ces vaisseaux se réunissent de nouveau à l'autre pôle de cette pelote en un vaisseau efférent unique, qui, s'unissant à des vaisseaux analogues voisins, concourt à former une branche de la veine rénale. Autour de ce glomérule ou pelotonnement de vaisseaux sanguins, règne une coque ou capsule, recouverte à sa partie interne d'un épithélium mince et délicat qui la sépare des vaisseaux, et qui se continue en un point du glomérule, avec un tube dont le canal est garni du même épithélium; c'est le *tube urinifère*. Dans le glomérule ainsi constitué s'opère sans cesse la filtration de l'urine aux dépens des matériaux du sang.

Sans entrer dans des détails physiologiques qui ne seraient point ici à leur place, nous pouvons maintenant suivre dans le rein le trajet du sang, le mécanisme de la sécrétion de l'urine, et la marche de ce liquide depuis le glomérule jusqu'au bassinet.

Le sang arrive de l'aorte abdominale par l'artère rénale et ses

ramifications jusqu'à la substance corticale et au glomérule de Malpighi. Dans chacun de ces petits organes corpusculaires, il est soumis, durant son long trajet à travers les replis pelotonnés des petits vaisseaux qui les forment, à l'action des cellules glandulaires de la coque du glomérule. Une urine très-aqueuse est ainsi séparée du plasma sanguin. Elle s'écoule dans le tube urinifère du glomérule. Celui-ci, au sortir du corpuscule de Malpighi, se contourne et forme de nombreux replis ou anses (*anses de Henle*) dans la substance corticale. Dans cette partie de son trajet, le tube urinifère est revêtu d'un épithélium trouble, grenu, qui paraît être destiné à concentrer l'urine en en absorbant les parties les plus aqueuses ; celles-ci reviennent dès lors dans le sang par l'intermédiaire des lymphatiques entourant le tube urinifère. Ce dernier change ensuite de nature : il s'élargit, son épithélium devient transparent, il arrive près de la surface du rein, se contourne, se réunit à d'autres canalicules de même nature, et finit alors par former un long tube droit, *tube de Bellini* ou *collecteur*, qui se dirige vers les extrémités des pyramides de Malpighi, s'anastomose, à angle aigu, pendant son trajet à travers la substance médullaire, à d'autres tubes semblables, et vient s'ouvrir enfin au sommet de l'une des papilles du bassinet.

La production de l'urine dans le rein est donc à la fois un phénomène d'exosmose à travers les capillaires du glomérule, de sécrétion par l'épithélium de la coque, et de sélection ou filtration dans les anses de Henle, qui paraissent destinées à concentrer et modifier le produit sécrété par le glomérule de Malpighi.

Composition chimique du rein. — Après ce que nous venons de dire, nous pouvons donner, sur les matériaux qui entrent dans la composition du rein, des renseignements que les travaux d'analyse immédiate très-imparfaits tentés sur cette glande ne nous permettraient pas d'aborder.

La capsule qui enveloppe le rein est formée de tissu conjonctif. Elle envoie, entre les tubes urinifères et les glomérules, des fibres connectives qui soutiennent et unissent les diverses parties de la glande. Au sortir du glomérule, les tubes urinifères droits n'ont pas de membrane propre, mais un simple épithélium formé d'une matière analogue à la substance élastique[1]. Plus loin, ils

[1] Dans cet épithélium peut exister de l'acide urique chez les oiseaux ; jamais les cellules des anses de Henle n'en fournissent.

présentent une fine membrane limitante, et, dans les anses de Henle, une double enveloppe revêtue, à l'intérieur, de cellules contenant une matière albuminoïde et des granulations graisseuses.

Si l'on ajoute aux matières habituelles qui entrent dans ces tissus les diverses substances qui composent les vaisseaux, les nerfs, les lymphatiques et le tissu adipeux que l'on rencontre dans la plupart des organes, on aura une vue d'ensemble des principes immédiats qui se trouvent réunis dans le rein.

Le tissu rénal a une densité moyenne de 1,05.

Quelle qu'ait été la réaction de l'urine, le rein arraché à un animal sain, brusquement et fortement refroidi, lavé de sang par injection d'eau, est toujours alcalin. Si on le laisse quelques instants à peine à l'air, à la température ordinaire, il devient acide.

Suivant Frerichs[1], le rein contient de 82 à 84 pour 100 d'eau. Ses substances organiques sont très-riches en albumine, provenant sans doute, en partie, des épithéliums. On y trouve en outre des graisses, en quantité très-variable, et quelques autres matières dont nous allons parler.

Le rein, traité par l'eau froide, fournit un extrait jaunâtre où l'on a trouvé : de l'albumine, que l'on peut séparer par l'alcool ou par la coagulation ; de la xanthine, de l'hypoxanthine et de la leucine (*Cloetta*, *Neukom*), substances que l'on trouve dans les glandes digestives, dans les muscles, et dont nous avons déjà fait l'histoire; de la créatine, qui ne se rencontre que dans la chair musculaire ; de la taurine, qui existe dans la bile et le poumon ; de l'inosite (1/1000 dans les reins de bœuf, d'après *Cloetta*), substance sucrée qui résulte aussi des transformations des muscles et du cerveau ; enfin de la cystine, qu'on n'a pas rencontrée dans d'autres organes, si ce n'est dans le foie d'un ivrogne mort de fièvre typhoïde, et dans quelques rares calculs urinaires.

On a signalé encore dans le tissu du rein, mais non d'une manière constante, l'acide urique, les urates et l'urée.

Toutes ces substances ont été ou seront décrites en leur lieu. Nous ferons seulement ici l'histoire de la cystine que l'on ne retrouve que dans les glandes rénales.

[1] *Die Bright'sche Nierenkrankeit*, p. 42.

Cystine. — $C^3H^7AzSO^2$.

La cystine est une substance organique sulfurée, à faibles tendances basiques, découverte par Wollaston dans des calculs urinaires ayant l'aspect de la cire jaune [1]. Civiale a eu l'occasion d'en extraire quelques-uns de la vessie; leur couleur est en général blanc grisâtre, avec une certaine teinte verte et une légère translucidité. La cystine a été trouvée dans quelques très-rares cas de gravelle, par Golding-Bird; par Scherer [2], dans le foie d'un ivrogne mort de fièvre typhoïde, et par Cloetta, dans les reins de bœuf. Cette substance a été l'objet de nombreux travaux.

On peut l'obtenir aisément pure en prenant les calculs cystiques, les broyant, les dissolvant dans de l'eau ammoniacale qui sépare le phosphate de calcium quand ils en contiennent, filtrant et laissant évaporer. — La cystine cristallise en une masse confuse d'octaèdres à base carrée (*Wollaston*); et suivant quelques auteurs, en lamelles rhomboïdales (*Thaulow*). Ces cristaux sont allongés, de couleur de cire jaune, transparents, craquant sous la dent et insapides. Leur densité est de 1,7. Ils sont insolubles dans l'eau et l'alcool.

La cystine ne rougit ni ne verdit les couleurs végétales. Elle se dissout dans les acides énergiques étendus. On obtient, en évaporant ces liqueurs, le chlorhydrate, le phosphate, le sulfate, le nitrate de cystine (*Wollaston*). Les solutions de ces sels précipitent par le carbonate ammonique. La cystine se dissout aussi dans les lessives alcalines et donne avec elles, si l'on concentre, des combinaisons cristallines, d'où les acides affaiblis, tartrique, citrique, acétique, etc., la mettent en liberté.

Quand on chauffe la cystine à l'air, elle émet une odeur sulfureuse analogue à celle de l'essence de moutarde, en même temps qu'il se dégage de l'acide cyanhydrique et des huiles empyreumatiques; en continuant de chauffer, elle noircit et prend feu sans subir de fusion. Fondue avec de la potasse, elle donne du sulfure de potassium.

Ces propriétés de la cystine à la fois basiques et acides, la facilité avec laquelle elle cède son soufre aux alcalis, et les produits

[1] *Phil. Transact.*, 1810, p. 223.
[2] *N. Jahr. Pharm.*, t. VII, p. 306.

à odeur allylique qu'elle donne quand on la distille, pourraient peut-être la faire considérer, avec Cramer, comme un amide à radical sulfuré dérivant de l'acide glycérique et ayant la constitution :

$$\overset{'''}{(C^3H^5S)} \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ AzH^2 \end{array} \right.$$

Pour séparer la cystine de l'extrait aqueux des reins fait à chaud, il suffit de traiter cette liqueur par le sous-acétate de plomb, de faire passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers le précipité qui se forme, de concentrer le liquide filtré, de l'additionner de son volume d'alcool, et de chauffer jusqu'à ce que le trouble qui se produit disparaisse. On obtient ainsi un précipité cristallin contenant de l'inosite, de la cystine, de la taurine, de la xanthine et de la sarcine. Ce mélange, traité à chaud par le carbonate de soude, donne, par filtration, une solution qui contient la cystine et l'inosite. On en précipite la première par l'acide acétique.

ARTICLE II

DE L'URINE NORMALE

Le plasma sanguin est sans cesse débarrassé, par le rein, d'un liquide aqueux tenant en solution les substances impropres à être assimilées fournies par l'alimentatation, l'excès de celles que n'ont pu s'approprier les divers organes, et les principes provenant de l'oxydation des tissus. L'ensemble de ces matériaux constitue l'urine. Comme on l'a déjà dit, la sécrétion de ce liquide s'accomplit spécialement dans le glomérule de Malpighi; mais tous les principes urinaires se retrouvant dans le sang, on avait cru pouvoir en conclure que le rein agissait comme un vrai filtre et que, sous l'influence de la pression sanguine des vaisseaux, les substances les plus diffusibles du sérum passaient, ccomme mécaniquement, dans le glomerule rénal, au travers des parois capillaires et de là étaient reçus dans les tubes urinifères. Un simple fait vient détruire cette hypothèse. Le plasma sanguin est *alcalin*, tandis que l'urine a toujours chez l'homme et les car-

nivores une réaction *acide*. D'un autre côté, lorsque le sérum transsude à travers les vaisseaux, il passe avec lui une certaine proportion d'albumine; or on ne retrouve pas ce corps dans les urines normales. Il faut donc qu'il s'accomplisse dans les cellules de l'épithélium du glomérule une sécrétion analogue à celle des autres glandes, mais qui en diffère peut-être en ce qu'elle ne paraît pas produire de substances spéciales autres que celles qui se rencontrent dans les vaisseaux sanguins.

Chaque rein agit d'ailleurs séparément et successivement sur le sang. C'est tantôt le rein droit, tantôt le gauche, qui sécrète plus ou moins d'urine, ou qui fournit un liquide urinaire de composition variable. Ces différences remarquables tiennent en grande partie à l'état de la pression sanguine dans l'une et l'autre glande.

En faisant l'histoire de l'urine, nous verrons qu'elle est comme le témoin continuel des changements normaux ou irréguliers qui se passent dans l'intimité de nos tissus, dans notre mode de vivre, dans notre alimentation; elle témoigne aussitôt des variations ou des troubles de la respiration, de la perspiration, de l'hématose, de la nutrition. On comprend donc quelles précieuses indications l'on peut retirer de l'étude approfondie d'un tel liquide. Toutefois nous n'étudierons dans ce chapitre que *les urines normales*, renvoyant le lecteur à la III[e] Partie de cet ouvrage pour tout ce qui concerne *les urines pathologiques*.

§ 1. — CARACTÈRES PHYSIQUES GÉNÉRAUX DE L'URINE.

L'urine humaine, sécrétée pendant l'état de santé, est un liquide limpide, de couleur jaune citrin, de saveur un peu amère et saline, d'odeur spéciale très-légèrement musquée lorsqu'elle vient d'être émise; sa réaction normale est acide chez l'homme.

Tous ces caractères sont très-variables et demandent à être successivement étudiés et discutés.

Quantité d'urine sécrétée. — Les reins sécrètent chez l'homme sain adulte, d'un poids moyen de 64 kilos et modérément nourri, de 1250 à 1300 grammes d'urine, soit 1275 centimètres cubes environ. 1 kilogramme d'homme en sécrète donc moyennement par heure $0^{c.\,cub},83$. La femme en sécrète en vingt-quatre heures de 1300 à 1400 grammes : en moyenne, 1370 grammes. (*Becquerel.*)

L'alimentation fait varier cette quantité. Elle augmente par l'ingestion des boissons aqueuses abondantes, telles que la bière, le thé, l'eau ou par l'usage des aliments salés; elle diminue lorsque les sueurs deviennent copieuses.

L'augmentation ou la diminution de l'urine excrétée sont toujours moins grandes que l'augmentation ou la diminution des boissons.

Tout ce qui accélère la perspiration cutanée diminue la quantité d'urine, et augmente sa densité.

La sécrétion rénale s'accroît avec l'activité générale des organes; elle s'affaiblit pendant le sommeil.

C'est une ou deux heures après le principal repas que l'émission de l'urine est à son maximum; le minimum a lieu dans la nuit.

Aspect. — L'urine normale est claire au moment de son émission. Quelquefois elle se trouble légèrement lorsqu'elle est abandonnée à elle-même. Ce phénomène est dû soit au départ de l'acide carbonique, soit à un commencement de fermentation ammoniacale. Certains sels peuvent alors se précipiter. Cet effet est encore augmenté par le refroidissement et l'acidification spontanée de l'urine; il se produit souvent alors un léger dépôt d'acide urique et de matières colorantes.

Couleur. — Elle est jaune citrin; mais elle peut varier *normalement* du jaune pâle au jaune rougeâtre.

En général, les urines colorées sont celles de la nuit, de la digestion, ou des repas copieux. Elles sont plus acides et plus chargées de sels. Les urines pâles sont pauvres en résidu fixe (sauf dans le diabète). Dans l'état de santé les urines pâlissent après des libations abondantes. Certaines matières alimentaires ou médicamenteuses peuvent les colorer. (Voy. plus loin Art. IV.)

Odeur. — Elle est caractéristique. Légèrement musquée quand elle est toute récente, l'urine prend ensuite une odeur plus vive, dite *urineuse*, qu'elle garde tant qu'elle reste acide. L'origine de cette odeur est encore peu connue. L'*odeur ammoniacale* indique un commencement d'altération. Certains aliments (asperges, résines, etc.) impriment à l'urine une odeur spéciale.

Saveur. — Amère, saline et acidule. Cette saveur est surtout due au chlorure de sodium et à l'urée.

Densité. — Le poids spécifique de l'urine humaine peut varier normalement de 1,005 à 1,030; mais en moyenne il oscille en-

tre 1,015 et 1,025. L'urine émise deux ou trois heures après le repas est en général plus dense (1,020 à 1,028). Celle qui est rendue après d'abondantes boissons aqueuses est claire et peu dense (1,004 à 1,010). L'urine du matin, plus foncée, plus acide, a un poids spécifique intermédiaire. La densité de l'urine est un peu plus faible chez la femme que chez l'homme. Elle diminue ou augmente avec toutes les causes qui augmentent ou diminuent la quantité d'eau introduite dans l'organisme.

§ 2. — ÉTUDE CHIMIQUE DE L'URINE NORMALE.

L'urine est un liquide extrêmement complexe. Nous avons dit qu'il était comme le résidu de l'alimentation et de la désassimilation organique; nous y retrouverons donc toutes les substances prises en excès et absorbées pendant la digestion, et toutes celles qui proviennent du dédoublement et de l'oxydation des tissus.

Réaction de l'urine. — L'urine normale de l'homme est presque toujours acide; quelquefois seulement, deux ou trois heures après le repas, elle peut devenir neutre ou même un peu alcaline. (*W. Roberts.*) Elle le devient par l'usage exclusif des aliments végétaux.

L'urine doit son acidité à des sels acides, spécialement au phosphate acide de soude qui se forme par la réaction de l'acide urique sur le phosphate trisodique du sang, peut-être à une trace d'acide lactique, et à des urates et hippurates acides. (*Lehmann; Hallwachs.*)

Le maximum de l'acidité a lieu dans la nuit, et le minimum le matin[1].

L'acidité des urines émises en 24 heures par un adulte en santé est neutralisée en moyenne par l'addition de 1gr,5 d'hydrate de soude fondu. (*V. plus loin.*)

Quantité de matériaux dissous. — L'urine contient à peu près 42 grammes de matériaux fixes dissous par litre. Mais cette quantité peut varier normalement depuis 20 grammes jusqu'à 65 grammes. Les substances dissoutes dans l'urine sont de deux espèces, *organiques* et *minérales*. Le tableau suivant les énumère en les classant à peu près par ordre d'importance.

[1] Voir DELAVAUD, *Mém. Soc. biol.*, 1853, p. 118.

TABLEAU DES MATIÈRES QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DE L'URINE NORMALE DE DENSITÉ MOYENNE = 1.020

NOMS DES SUBSTANCES		QUANTITÉS MOYENNES PAR KILOGRAMME D'URINE	QUANTITÉS MOYENNES SÉCRÉTÉES PAR JOUR CHEZ L'ADULTE D'UN POIDS DE 64 KILOS
		GR.	GR.
Eau (Par kilogr. d'urine 956 gr.; par jour 1243 gr.)	. . . .	956.0	1243.0
Matières organiques (Par kilogr. d'urine 27gr,18; par jour 35gr,24.)	Urée.	25.37	33.05
	Acide urique.	0.40	0.52
	Acide hippurique.	0.35	0.355
	Créatinine, créatine. . . .	1.0	1.3
	Xanthine.	0.004	0.006
	Matières colorantes.	traces.	traces.
	Corps divers. (Acides gras, glucose, phénol, mucine.)	traces.	traces.
Matières minérales (Par kilogr. d'urine 16gr; par jour 20gr,2.)	Chlorure de sodium. . . .	10.6	13.50
	Sulfates alcalins.	3.1	4.03
	Phosphates de chaux. . . .	0.314	0.408
	— de magnésie. . .	0.456	0.592
	— alcalins.	1.43	1.86
	Corps divers. (Acide silicique, ammoniaque, fer, acide azotique.)	traces	traces.
	Gaz. . . (Oxygène, acide carbonique, azote.)		
		1000	1300

Comme on le verra plus loin, tous ces chiffres subissent, du reste, dans leur valeur absolue et relative, même chez l'homme sain, des variations très-notables.

Le tableau précédent se rapporte à l'urine sécrétée par un sujet adulte, soumis à l'alimentation moyenne de notre pays, et d'un poids de 64 kilos. En Allemagne, où le poids moyen de l'homme est plus élevé, et où l'on consomme en général une dose d'aliments surabondante, les nombres précédents changent un peu. C'est ainsi que Kerner admet une excrétion moyenne de 1490 centimètres cubes et J. Vogel de 1500 centimètres cubes d'urine par jour[1]. Ces auteurs donnent pour les matériaux urinaires les plus importants, les nombres moyens suivants :

[1] Il ne faut pas oublier aussi que ces auteurs prennent leurs moyennes dans des pays où l'on fait abus des viandes et de la bière.

Matériaux de l'urine des 24 heures.	*Kerner.*	*J. Vogel.*
Urée.	38.1	35.
Acide urique.	0.94	0.75
Ammoniaque.	0.83	0.65
Sel marin.	16.8	16.5
Acide phosphorique. . .	3.42	3.5
Acide sulfurique. . . .	2.48	2.0
Phosphates terreux. . .	1.35	1.2

Avec le poids du résidu fixe laissé par l'urine, varie celui de chacune des substances précédentes ; mais c'est surtout sur le sel marin et l'urée que portent ces variations.

L'urée est le plus important des principes urinaires, autant par son origine (oxydation des matières albuminoïdes des tissus et du sang) que par son poids qui représente plus des 93 centièmes de la quantité totale des substances organiques dissoutes. On peut dire que l'urine n'est qu'une solution d'urée dans de l'eau chargée des sels du sang, et spécialement de ceux du plasma [1].

On a donné une règle simple et pratique pour conclure de la densité d'une urine au poids du résidu sec qu'elle laisse par son évaporation. Elle consiste à prendre les 2 derniers chiffres de cette densité exprimée avec trois décimales et à les doubler. On obtient approximativement ainsi le poids, exprimé en grammes, du résidu correspondant au litre. Une urine ayant une densité de 1,020 contiendrait donc, d'après cette règle $20^{gr} \times 2 = 40^{gr}$ de matières fixes. Haser et Christison préfèrent multiplier les 2 dernières décimales par 2,3. En adoptant le chiffre intermédiaire 2,2 facile du reste à se rappeler, une urine ayant la densité précédente contiendrait donc par litre 44 grammes de matières dissoutes.

Corps qui se précipitent ou sont peu solubles dans l'urine normale refroidie. — Outre les corps dissous dans l'urine normale filtrée, ce liquide laisse presque toujours déposer par le repos et le refroidissement une petite quantité de matériaux insolubles, qui s'agglomèrent et tombent au fond du vase. La quantité de ces substances est très-faible et ne dépasse guère, en général, les trois dix-millièmes du poids de l'urine.

Ce dépôt est formé de quelques cellules épithéliales entourées de leur protoplasma albumineux, provenant des bassinets, des ure-

[1] Voir sur les variations du résidu fixe laissé par l'urine, le travail de Chossat. *Journ. physiol. expér.* t. V, p. 145 et suiv.

tères, de la vessie, du vagin, ainsi que de très-rares globules de mucus[1] enveloppés d'une substance amorphe que l'alcool rend plus apparente en la faisant contracter. Ce mucus peut être mêlé de quelques leucocytes, même à l'état normal. (*Donné; Robin.*)

Il se fait souvent aussi, dans les urines, des sédiments non organisés, formés d'urates acides de potasse, de soude, d'ammoniaque, et quelquefois de chaux et de magnésie, d'autant plus abondants que l'urine est plus chargée de matériaux solubles, et qu'elle a subi la fermentation acide spontanée dont nous parlerons plus loin. Ces sédiments sont rosés ou rougeâtres. Dans l'urine des oiseaux et des reptiles ils sont si abondants que l'urine en est épaissie. Au contraire, le trouble habituel de l'urine alcaline des herbivores est formé par un dépôt de phosphates et de carbonates de chaux et de magnésie. On trouve assez fréquemment aussi dans les sédiments de l'urine humaine normale, une petite quantité d'oxalate de chaux, surtout à la suite de légers troubles de la circulation et de la respiration, ou lorsque l'alimentation est exclusivement végétale, ou bien lorsqu'on a ingéré des vins mousseux ou chargés de tartre.

Fermentation spontanée de l'urine normale. — Abandonnée à elle-même, dans un ballon très-propre et fermé, l'urine normale se fonce en couleur et son acidité augmente, en même temps qu'il se forme un dépôt d'acide urique ou d'urates acides. Cette fermentation spontanée de l'urine est attribuée par Scherer[2] à la présence d'un peu de mucus vésical, mais presque toujours on peut observer dans l'urine, après son émission, de petites cellules analogues à celles de la levûre de bière, qui n'y existent pas à l'état normal et qui proviennent sans doute de l'air. Sous ces influences combinées, il se fait dans ce liquide un peu d'acide lactique, et peut-être d'acide acétique, qui en augmentent l'acidité et déplacent l'acide urique des urates. Cette théorie ne donne du reste la clef que d'une partie du phénomène et n'explique pas les changements observés dans la coloration de l'urine qui se fonce après son émission, ce qui paraît résulter de l'absorption de l'oxygène par l'urine. On sait en effet que Pasteur n'a trouvé que 19,2 p. 100 d'oxygène et 0,8 p. 100 d'acide carbonique dans de l'air ayant

[1] L'urine normale contient moyennement pour 1000 gr. 0,52 de mucus.
[2] *Ann. Chem. Pharm.*, t. XLII, p. 171.

séjourné sur de l'urine conservée longemps dans un ballon scellé exempt de tout germe. Il est permis de penser que cette absorption d'oxygène est aussi une cause de l'acidification du liquide urinaire.

Cet état acide se maintient souvent très-longtemps, puis quelquefois, sans cause immédiatement apparente, l'urine diminue d'acidité, devient neutre et subit enfin la fermentation alcaline. Celle-ci se produit aux dépens de l'urée qui, absorbant deux molécules d'eau, se transforme tout entière en carbonate d'ammoniaque :

$$\underset{\text{Urée.}}{Az^2 \left\{ \begin{matrix} CO \\ H^4 \end{matrix} \right.} + 2H^2O = \underset{\text{Carbonate ammonique.}}{\left. \begin{matrix} 2AzH^4 \\ CO \end{matrix} \right\} O^2}.$$

En même temps, sous l'influence de l'alcalinité du liquide, se précipitent des phosphates et oxalates terreux, du phosphate ammoniaco-magnésien, et de l'urate d'ammoniaque.

Van Tieghem[1] a montré que, pendant la fermentation ammoniacale de l'urine, on trouve toujours dans ce liquide des chaînettes d'une torulacée formée de globules de $0^{mm},0015$ de diamètre, et que c'est à ce mycoderme que paraît due la décomposition alcaline de l'urée. Il suffit en effet de recueillir ce ferment sur le filtre et d'en ajouter une minime quantité à de l'urine fraîche pour y exciter bientôt la fermentation ammoniacale. Cette torulacée agit aussi sur les solutions d'urée dans l'eau ordinaire, surtout si l'on a soin de l'additionner de quelques phosphates et d'une trace de matières albuminoïdes. Son action s'arrête lorsque la liqueur contient 15 p. 100 de carbonate d'ammoniaque. Dans l'urine des herbivores, ce ferment transforme l'acide hippurique en glycolamine et acide benzoïque.

On ne doit pas conclure de là que l'alcalinité des urines, ou même leur état ammoniacal avant même qu'elles n'aient été émises, soient toujours dues à ce ferment; mais il semble que dans bien des cas cette torulacée a pu être introduite par les sondes dans la vessie et provoquer, dans cet organe même, la fermentation ammoniacale de l'urine.

[1] Voir Van Tieghem. *Recherches sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique* (*Ann scientif. de l'École normale*, t. I; et Thèses de doctorat ès science. Paris, 1864).

ARTICLE III

MATIÈRES ORGANIQUES DE L'URINE

Nous nous proposons d'étudier successivement, dans cet article, les divers matériaux constitutifs de l'urine normale, d'indiquer leur origine, la quantité qui en est sécrétée, les variations que leur fait subir le mode d'existence et d'alimentation de l'animal, etc.

Suivant le plan de cet ouvrage, nous ne ferons l'étude chimique particulière des diverses substances dont nous aurons à parler, qu'autant qu'elles se trouvent plus spécialement dans le liquide que nous considérons ici, renvoyant le lecteur pour celles qui sont surtout propres aux tissus divers, au sang, etc. à la bile, à la description que nous en faisons dans les chapitres consacrés à ces tissus ou à ces humeurs.

Tout ce qui touche aux urines pathologiques est traité dans la IIIe Partie de l'ouvrage.

§ 1. — URÉE; ACIDE URIQUE ET MATÉRIAUX DIVERS.

Urée. CH^4Az^2O. — L'urée est avec l'eau et l'acide carbonique, le terme ultime et nécessaire de l'oxydation, au sein de l'économie, des substances protéiques et de leurs principaux dérivés. C'est par l'urine surtout qu'elle est excrétée, mais on en trouve des traces dans la sueur. On la rencontre en petite quantité dans le sang et la lymphe, les humeurs de l'œil, les eaux de l'amnios; on ne l'a point encore retrouvée dans les liquides musculaires normaux, où elle n'existe vraisemblablement qu'en trop petite quantité. On l'a signalée dans les muscles d'un certain nombre de poissons cartilagineux et dans ceux de l'homme pendant l'urémie.

L'étude chimique générale de l'urée se trouvant faite dans les traités les plus classiques, nous n'en retracerons que pour mémoire, dans ce livre spécial, les principaux linéaments.

L'urée est une amide neutre, que l'on peut considérer comme dérivant du carbonate d'ammoniaque par perte de 2 molécules d'eau :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} CO \\ 2AzH^4 \end{matrix}\right\} O^2}_{\text{Carbonate d'ammoniaque.}} - 2H^2O = \underbrace{Az^2 \left\{\begin{matrix} CO'' \\ H^4 \end{matrix}\right.}_{\text{Urée.}}$$

L'urée serait donc la *carbamide*. Par son hydratation en présence de l'eau et de certains ferments, elle se transforme du reste intégralement en carbonate d'ammoniaque en absorbant deux molécules d'eau.

Natanson l'a produite synthétiquement en faisant réagir l'ammoniaque sur l'oxychlorure de carbone :

$$\underset{\text{Oxychlorure de carbone.}}{COCl^2} + \underset{\text{Ammoniaque.}}{2AzH^3} = \underset{\text{Urée.}}{CO\left\{\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}\right.} + \underset{\text{Chlorhydrate d'ammonium.}}{2AzH^4Cl}$$

Ces deux réactions établissent sa constitution.

L'urée, très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, cristallise de ces dissolvants en prismes rhomboïdaux à quatre pans, terminés par une ou deux faces obliques (*fig.* 28).

Quoique neutre aux papiers, l'urée, comme beaucoup d'autres amides, se combine à quelques acides puissants. L'azotate d'urée CH^4Az^2O,AzO^3H qui cristallise en tables rhombes ou hexagonales nacrées (*fig.* 30) et l'oxalate d'urée $(CH^4Az^2O)^2,C^2H^2O^4$, poudre cristalline qui apparaît sous le microscope sous forme de lamelles, de tables hexagonales ou de prismes à quatre pans (*fig.* 29) sont deux sels peu solubles, qui se forment directement par l'action des acides correspondants sur l'urée. Ces sels servent à la caractériser.



Fig. 28. — Urée.

L'urée s'unit aussi à certains oxydes (*oxyde mercurique*) et à quelques sels (*sel marin*, *nitrates alcalins et terreux*).

L'urine normale contient environ 26 grammes d'urée par litre. Cette quantité peut osciller toutefois entre 25 et 35 grammes. Mais sous l'influence d'une alimentation très-riche en eau ou en matières amylacées, ou même par la diète, la proportion d'urée diminue beaucoup. Elle peut s'élever jusqu'à 60 pour 1000, et même 90 pour 1000, par l'usage d'une nourriture exclusivement animale.

L'urée ne disparaît jamais des urines, même pendant l'inanition

poussée jusqu'à la mort. Lassègue, dans le liquide urinaire d'un supplicié qui se privait volontairement de tout aliment depuis trois semaines, a retrouvé de l'urée, et Schérer, chez un aliéné qui refusait de manger depuis plus de 20 jours, a obtenu 10 gram-



Fig. 29. — Oxalate d'urée.

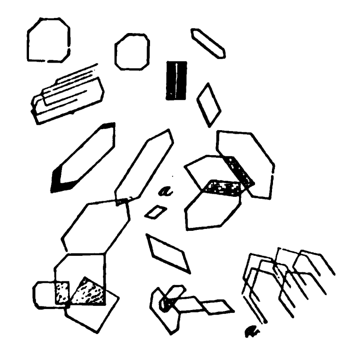


Fig. 30. — Azotate d'urée.

mes d'urée pour les urines de vingt-quatre heures. On ne saurait donc douter qu'une partie de cette substance ne provienne des tissus et du sang, et une autre partie des aliments.

Comment varie l'excrétion de l'urée aux différentes heures de la journée? La courbe de cette sécrétion présente un minimum dans la nuit, et un maximum dans le milieu du jour, cinq heures environ après le principal repas. La courbe des quantités d'urine lui est à peu près parallèle, et l'on peut dire que l'urée qui est sécrétée est presque généralement proportionnelle au volume de l'urine émise. Il est remarquable que la sécrétion de l'urée, pendant que l'animal est entièrement privé d'aliments, offre aussi, vers les mêmes heures, ces mêmes maximums et minimums.

Une alimentation très-azotée fait notablement croître la quantité d'urée excrétée, mais celle-ci ne représente jamais tout l'excès de l'azote introduit par les aliments. Une portion de cet élément est rejetée sous forme d'acide urique et de matières extractives dont le poids augmente alors dans les urines; une autre partie est éliminée avec les matières fécales, une autre par la peau et les poumons, par la desquamation et la dépilation; enfin, dans certains cas, l'augmentation du poids du corps de l'animal absorbe une partie des matières albuminoïdes alimentaires.

C'est seulement dans l'état d'inanition, que la quantité d'azote

excrétée surpasse celle qui est fournie à l'animal. Du reste, chez ceux qui sont mis à la diète, ou simplement privés d'aliments azotés, le poids de l'urée excrétée diminue très-rapidement (et d'autant plus vite que l'alimentation avait été jusque-là plus substantielle), puis elle se maintient et décroît lentement et régulièrement jusqu'à l'agonie.

Si dans ces conditions l'on donne à boire à l'animal, la sécrétion de l'urée augmente; elle diminue au contraire si on lui fournit de la graisse, qui sans doute sert partiellement à la calorification et protége de l'oxydation les matières albuminoïdes.

Quant à l'alimentation on ajoute directement de l'urée, toutes choses restant d'ailleurs égales, le poids de celle qui se retrouve dans les urines est augmenté de la quantité d'urée ingérée, ce qui montre que, dans l'économie, ce corps n'est pas apte à subir d'oxydation plus complète. Si l'on ajoute aux aliments de l'acide urique, du glycocolle, de la guanine, de la théine, du cubèbe, l'urée augmente dans les urines; elle diminue au contraire sous l'influence de la digitale, de l'essence de térébenthine, de l'éther, ou de très-faibles proportions d'acide arsénieux. L'absorption du sel marin active l'excrétion de l'urée, même si l'on prive l'animal de boissons aqueuses supplémentaires.

Avec une nourriture substantielle, l'augmentation de l'eau ingérée produit un accroissement dans l'excrétion de l'urée. Une alimentation trop riche en graisses et en hydrates de carbone semble abaisser un peu le poids de l'urée rendue en vingt-quatre heures. (*Bischoff*; *Hoppe-Seyler*.)

D'après Voit, le thé et le café ne ralentissent pas l'excrétion de l'urée, toutes choses d'ailleurs restant égales. L'usage du tabac la ferait diminuer d'après Hammond.

Lorsque la température ambiante s'élève, l'excrétion de l'urée diminue suivant Kaupp.

En général toutes les causes qui activent la circulation augmentent la proportion d'urée excrétée.

Le travail musculaire détermine une excrétion plus abondante de l'urée. Suivant Beigel et Hammond, l'augmentation peut s'élever pour un exercice assez actif, aux douze centièmes de la quantité normale[1]. Ces faits confirmés par M. Byasson et M. Ritter[2] ne paraî-

[1] Elle peut même aller au delà. Voyez MILNE-EDWARDS. *Leçons de physiologie*, t. VIII.

[2] Byasson. *Thèse de la Fac. de méd.* de Paris, 1868. — Ritter, *Thèse de la Fac. des sciences* de Paris (1872).

traient pas concorder avec les expériences de Voit et de Pettenkoffer, qui ont observé que pour une alimentation constante, un homme excrétait 21^{gr},7 d'urée par jour de repos, et seulement 20^{gr},01, après un travail poussé jusqu'à la *fatigue ;* mais nous avons dit ailleurs que, dans ce dernier cas, la production de l'urée et de l'acide carbonique diminue notablement. Toujours est-il qu'étant donné l'excès d'urée sécrétée pendant le travail musculaire, si l'on calcule la quantité d'albumine dont elle dérive par oxydation, et si l'on suppose que celle-ci brûle dans l'organisme en donnant les produits que l'on trouve dans les urines et dans les gaz expirés, on obtiendra par le calcul le nombre de calories correspondant à cette transformation, et celui-ci ne représentera qu'une petite fraction de la quantité de chaleur produite par l'animal pendant le travail musculaire et partiellement transformé en force mécanique.

Le travail cérébral augmenterait aussi la sécrétion de l'urée. (Byasson, *loc. cit.*)

L'urée excrétée pour 1 kilogramme du poids du corps diminue de l'enfance à la vieillesse. L'homme en sécrète aussi plus que la femme. On a par kilo et par vingt-quatre heures :

	D'après Uhle[1].	*D'après Vogel.*
Enfants de 3 à 6 ans.	1 gr.	»
— de 8 à 11 ans.	0^{gr},8	»
Jeune homme de 13 à 16 ans. .	0^{gr},4 à 0^{gr},6	»
Adulte (moyenne).	0^{gr},5	0^{gr},37 à 0^{gr},60

L'urée ne se produit pas d'emblée dans l'économie par l'oxydation des matières azotées. Ces substances paraissent d'abord se dédoubler en produits divers dont les uns, exempts d'azote, sont représentés par la matière glycogène du foie, l'inosite, la cholestérine, etc. qui en proviennent au moins en partie, et dont les autres, riches en azote, subissent des oxydations successives et se retrouvent dans les muscles, le sang, le cerveau. La créatinine, la xanthine, la sarcine, l'acide urique sont de ce nombre.

Malgré l'opinion de Zalesky et des élèves de Hoppe-Seyler, l'ablation des deux reins n'empêche pas la production de l'urée et son accumulation dans le sang, comme l'ont, après Provost et Dumas, Picard, démontré Cl. Bernard, Meisner et enfin Gréhant. Ce dernier,

[1] Wiener. *Medic. Wochensch.*, 1859.

en dosant d'heure en heure l'urée qui s'accumulait dans le sang après la néphrotomie, a montré que l'augmentation de son poids était proportionnel au temps. Il recueillit l'urine qui s'écoulait par une fistule de l'uretère et y dosa l'urée ; il trouva que cette quantité était égale à celle qui pendant le même temps s'accumule dans la quantité de sang artériel qui traverse l'autre rein dont on a lié le canal excréteur [1].

Après la néphrotomie, l'urée augmente non-seulement dans le sang, mais aussi dans la plupart des organes. On la retrouve dans ceux même qui ne la contiennent pas normalement, tels que le foie, le cerveau, les muscles. Pendant le choléra, alors que les reins ne sécrètent plus d'urine, l'urée s'accumule aussi dans le sang ; Voit y en a dosé, dans ce cas, jusqu'à $0^{gr},234$ pour 100.

Chez les animaux néphrotomisés, et chez ceux auxquels on a lié les uretères, on trouve aussi dans les muscles, dans les reins et jusque dans les bassinets, une notable quantité de créatine. Marx Hermann a découvert que si, au moyen de la ligature de l'uretère, on force le rein à sécréter l'urine sous une pression de 40 mm. de mercure, celle-ci contient à la place d'urée une très-grande quantité de créatine.

Après l'ablation des reins l'urée qui s'accumule dans le sang, s'élimine par la peau, mais surtout par le tube intestinal et par l'estomac. Là, elle peut subir la fermentation ammoniacale, et provoquer les vomissements si fréquents chez les chiens néphrotomisés et chez les urémiques [2]. Mais jamais, dans ces divers cas, on ne trouve dans le sang de quantités notables de carbonate d'ammoniaque.

Acide urique. — $C^5H^4Az^4O^3$. — La présence constante des urates dans l'urine humaine et dans celles de la plupart des animaux, et la richesse des excréments des oiseaux, des reptiles, des gastéropodes, des insectes, en acide urique, donnent un grand intérêt à l'excrétion de ce produit d'oxydation incomplète. Il est en effet comme un des échelons par lesquels passent les matières albuminoïdes avant de se réduire en urée. Sa formation aux dépens des corps protéiques semble être immédiatement précédée par celle de la xanthine qui en diffère par un atome d'oxygène en moins ; cette dernière substance peut d'ailleurs donner artificiellement naissance à de l'acide urique.

[1] Voir Gréhant, *Revue des cours scientifiques*, 18 novembre 1871.
[2] Cl. Bernard, *Leçons sur les liquides de l'organisme*, 1859, t. II, p. 49.

Au microscope cet acide se présente le plus souvent en tables rhomboïdales à angles obtus arrondis, transparentes et souvent colorées (*fig.* 31), quelquefois il forme des lames rectangulaires ou des prismes à quatre pans qui se réunissent en rosaces irrégulières ou en éventails.

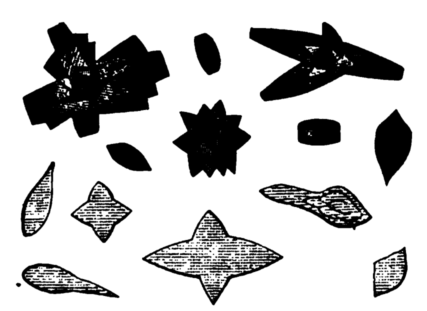


Fig. 31. — Acide urique.

Les relations de l'acide urique avec l'urée sont indiquées par les équations suivantes :

Sous l'influence de l'oxydation produite par l'eau de brome, L. Hardy[1] a transformé l'acide urique en urée et alloxane :

$$\underset{\text{Acide urique.}}{C^5H^4Az^4O^3} + Br^2 + 2H^2O = \underset{\text{Alloxane.}}{C^4H^2Az^2O^4} + \underset{\text{Urée.}}{CH^4Az^2O} + 2HBr$$

A son tour, l'alloxane, en s'oxydant aux dépens du peroxyde de plomb, donne de l'urée et de l'acide carbonique :

$$\underset{\text{Alloxane.}}{C^4H^2Az^2O^4} + 2O + H^2O = \underset{\text{Urée.}}{CH^4Az^2O} + 3CO^2$$

Si l'on fait bouillir de l'acide urique avec de l'eau et de l'oxyde de plomb, il absorbe de l'eau et de l'oxygène, et donne de l'acide carbonique et de l'allantoïne (*glyoxalylurée*) :

$$\underset{\text{Acide urique.}}{C^5H^4Az^4O^3} + H^2O + O = \underset{\text{Allantoïne.}}{C^4H^6Az^4O^3} + CO^2$$

L'allantoïne sous l'influence des alcalis, fixe de l'eau et se dédouble en acide oxalique et ammoniaque :

$$\underset{\text{Allantoïne.}}{C^4H^6Az^4O^3} + 5H^2O = \underset{\text{Acide oxalique.}}{2C^2H^2O^4} + 4AzH^3.$$

Enfin, l'acide urique, dans certaines conditions d'oxydation, peut donner de l'acide oxalurique $C^3H^4Az^2O^4$, que l'on rencontre aussi dans les urines.

Nous voyons donc qu'en somme l'acide urique est apte par son

[1] *Ann. chim. phys.* [4], t. II, p. 372.

oxydation, avec ou sans hydratation, à donner l'alloxane, l'alloxantine[1], l'acide oxalique (et l'on pourrait ajouter un très-grand nombre d'autres corps, comme produits intermédiaires), l'acide oxalique, l'acide carbonique, l'eau et l'urée, comme produits d'oxydation définitive. On n'a pas, il est vrai, trouvé d'alloxane dans les urines normales, mais l'allantoïne se rencontre dans les urines du fœtus et de l'enfant, ou du petit mammifère (*veau*) encore à la mamelle. On sait de plus que l'acide urique ingéré directement augmente l'urée des urines et qu'on y a signalé en même temps un excès d'acide carbonique et d'acide oxalique. Ce dernier produit se retrouve d'ailleurs dans les dépots urinaires chaque fois que les phénomènes de combustion se ralentissent. Dans un cas de néphrite albumineuse, Icery a vu les oxalates croître notablement et proportionnellement à la diminution de l'acide urique.

Gorup-Bésanez a de plus observé directement la transformation de l'acide urique en urée, acide carbonique et ammoniaque par son oxydation directe dans des conditions qui se rapprochent le plus de celles où il se trouve dans l'économie. Il suffit, en effet, pour obtenir les produits précédents, de faire passer un courant d'air ozoné à travers une solution alcaline d'urates.

Chez l'homme, l'acide urique s'élimine presque exclusivement à l'état d'urate de soude. Les urines habituelles contiennent en outre un peu d'urate d'ammoniaque et des traces d'urates de potasse, de chaux et de magnésie.

La quantité d'acide urique excrétée moyennement est, pour une alimentation normale moyenne, de 1/60e à 1/70e du poids de l'urée. Soit environ $0^{gr},5$ dans les 24 heures[2]. Si la nourriture devient très-animale cette quantité monte aisément à $0^{gr},9$. Chez les individus trop copieusement nourris et faisant peu d'exercice, elle peut s'élever à 1 gr. ou $1^{gr},5$ par jour. Elle tombe à $0^{gr},30$ par une alimentation exclusivement végétale.

Après le repas, le poids d'acide urique excrété d'heure en heure augmente rapidement ; il baisse ensuite, et atteint une quantité qui reste presque constante jusqu'au repas suivant. Il suffit d'une

[1] L'alloxane parait avoir les rapports les plus directs avec la matière pourpre (*acide rosacique*) des urines ; on sait que l'*iso-alloxanate* d'ammoniaque est aussi doué d'une belle couleur rouge.

[2] Becquerel et Rodier, *Chim. pathol.*, 1854, p. 283.

faible abstinence pour diminuer très-notablement le poids de l'acide urique excrété.

L'activité musculaire et cérébrale entravent aussi la sécrétion de l'acide urique[1]. Tout état fébrile, tout trouble de la digestion l'augmentent.

L'urine des enfants à la mamelle est très-riche en acide urique.

La ligature des uretères, chez les oiseaux et chez les serpents, fait apparaître des dépôts blancs d'urates, non-seulement dans les reins, le poumon, la rate, le foie, l'estomac, l'intestin, mais jusque dans les plus fines ramifications des lymphatiques et dans le sang, où, chez les oiseaux du moins, on n'a pu jusqu'ici le retrouver à l'état normal[2]. Les fortes doses de sulfate de quinine diminuent pendant quarante-huit heures l'excrétion de l'acide urique (*Ranke*). Les carbonates alcalins et les eaux alcalines de Vichy, de Carlsbad, le font aussi presque disparaître.

Allantoïne. — $C^4H^6Az^4O^3$. Nous avons dit que cette substance, qui parait dériver du dédoublement avec hydratation et oxydation de la molécule d'acide urique, se trouve normalement dans le liquide allantoïdien, dans l'urine des jeunes enfants à la mamelle et des jeunes veaux. On l'a trouvée dans l'urine humaine lors des changements de régime, ou après l'ingestion d'une quantité notable d'acide tannique (*Schottin*). Il est accompagné de succinate de soude dans les urines des chiens que l'on nourrit longtemps avec des aliments très-gras. On a dit plus haut que ce corps dérive de l'acide urique.

L'allantoïne est soluble dans 160 parties d'eau froide; elle est un peu plus soluble dans l'eau chaude. Elle cristallise de l'alcool bouillant sous forme de prismes rhomboïdaux.

Cette substance serait, d'après Baeyer, la diurée glyoxalique :

$$Az^4 \left\{ \begin{array}{l} (CO)^2 \\ H^5 \\ (C^2HO)''' \end{array} \right.$$

On a dit que sous l'influence des bases et de l'eau l'allantoïne se transforme en acide oxalique et ammoniaque, substances que l'on retrouve dans les urines normales. Mais son oxydation dans

[1] Suivant Genth l'exercice musculaire augmente la sécrétion de l'acide urique.

[2] Voir au sujet de la sécrétion de l'acide urique la thèse de Ch. Fernet, Paris 1869. *De la diathèse urique*.

l'économie doit être précédée de dédoublements en produits plus simples. Si l'on chauffe l'allantoïne avec de l'eau acidulée, elle se transforme en acide allanturique et urée.

$$\underset{\text{Allantoïne.}}{C^4H^6Az^4O^3} + H^2O = \underset{\text{Urée.}}{CH^4Az^2O} + \underset{\text{Acide allanturique.}}{C^3H^4Az^2O^3}$$

et ce dernier acide peut, sans doute, en s'oxydant lui-même, donner de l'acide oxalique et de l'urée

$$\underset{\text{Acide allanturique.}}{C^3H^4Az^2O^3} + H^2O + O = \underset{\text{Acide oxalique.}}{C^2H^2O^4} + \underset{\text{Urée.}}{CH^4Az^2O}$$

Tels sont les termes successifs de l'oxydation graduelle de l'acide urique et de l'allantoïne qui en dérive immédiatement.

Acide oxalique. — $C^2H^2O^4$. Ce corps, combiné à la chaux, se trouve toujours en petite quantité dans l'urine normale humaine où il paraît être dissous à la faveur de la faible acidité de l'urine [1], mais on le rencontre plus particulièrement dans les sédiments rougeâtres, riches en acide urique, qui se forment sous l'influence des moindres troubles de la respiration et de la digestion. L'urine des herbivores, toujours pauvre en acide urique, contient beaucoup d'oxalate de chaux.

L'usage des liquides alcooliques riches en acide carbonique, des aliments végétaux, surtout des tomates, des épinards, de l'oseille, de la banane, de la rhubarbe, des vins chargés de tartre, des carbonates alcalins, augmente l'excrétion de l'acide oxalique.

Nous avons dit, à propos de l'acide urique et de l'allantoïne, que l'acide oxalique était un produit d'oxydation incomplète de ces substances. Aussi le trouve-t-on dans les urines, surtout dans les cas de troubles respiratoires, ou lorsqu'on a directement ingéré de l'acide urique. (*Wœhler et Frerichs.*)

Acide hippurique. — $C^9H^9AzO^3$. L'acide hippurique appartient plus spécialement à l'urine des herbivores, mais il existe aussi dans celle des animaux qui font usage d'une alimentation mixte, et il augmente chez l'homme par le régime végétal. Les prunes, les baies de myrtille, le lait [2] et l'emploi de l'essence d'amande amère, de l'acide benzoïque, accroissent beaucoup la sécrétion de cet acide.

[1] Il est d'ailleurs soluble dans le phosphate acide de soude et dans les chlorures.

[2] Voy. Bouchardat, *Ann. de thérapeutique*, 1842, p. 290. — Wœhler et Frerichs, *Journ. de l'Institut*, 1848, p. 146.

Tudichum a trouvé, par jour, de $0^{gr},17$ à $0^{gr},315$ d'acide hippurique dans l'urine de l'adulte ; cette quantité peut s'élever normalement jusqu'à 1 gramme sans qu'on puisse bien en donner la raison. Isolé des urines par une méthode qui sera décrite plus loin, il se présente sous forme d'aiguilles microscopiques, de lamelles brillantes, ou de prismes à quatre pans (*fig.* 32), appartenant au système du prisme droit rhomboïdal.

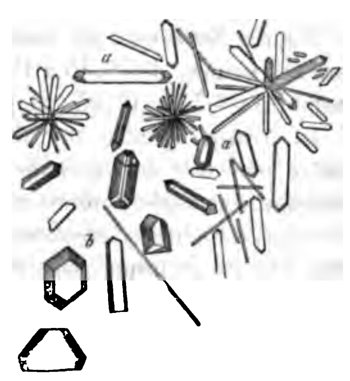


Fig. 32. — Acide hippurique.

L'acide hippurique a deux origines. Il provient de l'oxydation des matières albuminoïdes, qui donne régulièrement lieu à de l'acide benzoïque, et de l'absorption, par les aliments végétaux, des acides benzoïque, cinnamique, quinique..., de l'essence d'amande amère et de ses congénères et homologues. Il ne paraît pas que l'acide succinique, pris à l'intérieur, augmente la sécrétion de l'acide hippurique, comme l'avait avancé Kühne.

Chez les herbivores, le foin, la paille, le son, accroissent la sécrétion de l'acide hippurique[1]. Cette sécrétion s'arrête si on les nourrit seulement avec le pain, les graines de céréales ou de légumineuses dont on a enlevé le test, les tubercules mûrs non germés, les choux, le sucre, la cellulose, la chlorophylle, les matières albuminoïdes, les graisses. G. Meisner et Shepard ont attribué à la substance épaissie qui se trouve *dans l'intérieur* des cellules épidermiques la propriété de se transformer en acide hippurique dans l'organisme des animaux capables de la digérer. Ils attribuent à cette *substance cuticulaire* la formule $C^{7}H^{12}O^{5}$ qui en ferait l'homologue supérieur de l'amidon et de la cellulose, $C^{6}H^{10}O^{5}$, et qui ne diffère de celle de l'acide quinique $C^{7}H^{12}O^{6}$ que par un atome d'oxygène en moins. Or nous avons vu plus haut que l'addition d'acide quinique aux aliments augmente notablement la sécrétion de l'acide hippurique.

[1] Voir à ce sujet le beau travail de MILLON. *Études de chimie organique*, Lille, 1849, p. 91. — Un litre d'urine d'herbivore donne de 9 à 11 grammes d'acide hippurique, d'après cet auteur.

Créatine. — $C^4H^7Az^3O$. C'est une base puissante que l'on retrouve à l'état de sels dans le liquide musculaire. Aussi en avons-nous déjà fait l'histoire en parlant des muscles (voy. t. I, p. 298). Nous n'ajouterons ici que ce qui a spécialement trait aux urines normales.

D'après Neubauer, un homme sain élimine quotidiennement, par ses urines, de 0gr,45 à 1gr,3 de créatinine; Munk donne les nombres 0gr,77 et 1gr,23 ; Stopczansky arrive aux mêmes chiffres.

La créatine ajoutée aux aliments fait, dans les urines, apparaître un excès de créatinine et d'urée. (*Munk.*) La quantité de créatinine excrétée diminue par l'alimentation végétale.

D'après Heintz la créatine ne se trouve pas dans l'urine fraîche. Elle ne se forme dans ce liquide que par l'hydratation de la créatinine. Elle existe au contraire dans le suc des muscles.

On a dit que d'après Marx Hermann, l'urine de chien, sécrétée sous 40 millimètres de pression, contient au contraire beaucoup de créatine, qui remplace en partie l'urée.

C'est dans les reins que la créatine musculaire paraît se transformer en créatinine.

Xanthine. — $C^5H^4Az^4O^2$. Cette base faible, qui ne diffère de l'acide urique que par un atome d'oxygène en moins, n'existe qu'à l'état de traces dans l'urine où elle a été découverte par Marcet[1]. Neubauer n'en a pas retiré plus de 1 gramme de 300 kilos d'urine humaine.

A. Stromeyer et E. Dürr ont observé que cette substance augmentait notablement dans les urines des personnes faisant usage de bains sulfureux ou de pommades soufrées[2]. La xanthine existe dans quelques calculs. On la trouve aussi dans un très-grand nombre d'organes; nous en avons déjà parlé en traitant des muscles.

§ 2. — MATIÈRES COLORANTES DE L'URINE.

Des derniers travaux publiés sur ce sujet par Schunk en 1854, et par Tudichum en 1864, il semble résulter que l'urine contient normalement deux substances qui lui communiquent ses diverses teintes. L'une, l'*indican*, qui n'existe qu'en très-petite quantité

[1] *Ann. ch. phys.* [2] t. XIII, p. 33.
[2] *Bull. soc. chim.*, t. V, p. 142.

dans toutes les urines, et dont les altérations sont la cause des phénomènes de colorations anormales dont nous allons parler; l'autre, l'*urochrome*, qui chimiquement se rapproche beaucoup de la précédente, et qui communiquerait à l'urine sa couleur jaune habituelle. Ces deux substances paraissent dériver de la matière colorante rouge du sang[1].

Indican. — $C^{26}H^{31}AzO^{17}$.

Cette substance, apte à produire l'indigo et ses dérivés par son dédoublement, peut être extraite de divers végétaux tels que le pastel. Elle a été retirée par Schunk de l'urine normale, où elle existe toujours en petite quantité. Elle s'y trouve en proportion plus grande dans quelques maladies, tels que le carcinome du foie, où l'urine prend une couleur jaune intense. Carter l'a signalée dans le sang humain, l'urine et le sang de bœuf, et Bizio dans la sueur.

Pour séparer l'indican des urines, Schunk, après les avoir concentrées, les précipite par l'acétate basique de plomb, filtre et ajoute alors de l'ammoniaque; le précipité qui se forme ainsi est mis en suspension dans l'alcool et traité par un courant d'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée, évaporée dans le vide, dépose d'abord du bleu, puis du rouge d'indigo, substances qui résultent, comme nous allons le voir, de l'altération de l'indican. Celui-ci, mélangé d'un peu de leucine, d'indiglucine et d'acides gras, reste sous forme d'un sirop de couleur jaune ou brune.

Quoique l'indican n'ait pas été obtenu, comme on le voit, dans un état de pureté satisfaisante, ses réactions ont été bien observées. Elles nous expliquent en partie les diverses altérations spontanées qui se passent dans les urines que l'on concentre ou que l'on abandonne à l'air.

La chaleur, même modérée, décompose les solutions aqueuses d'indican en donnant d'abord, d'après Schunk, de l'*indicanine* et

[1] Voy. Jolia, *Arch. gén. de méd.*, t. II, p. 104. — Cantin, *Journ. de chim. méd.*, t. IX, p. 104. — Schunk, *Jahresb.*, 1855, p. 660 et 1858, p. 465. — Sicherer, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CX, p. 120 — Carter, *Edinburg med. journal*, 1859, p. 119. — Hoppe-Seyler, *Handw. der phys. u. path. Chem.*, p, 153. — Thudichum, *The Hasting's Prize. Essay*, 1863. — Hill Hassal, *Phylosoph. Transact.* (1854), p. 297. — Méhu, *Bull. gén. de thérapeut.*, octobre 1871.

un sucre spécial, l'*indiglucine*, apte à réduire la liqueur cupro-potassique :

$$\underset{\text{Indican.}}{C^{26}H^{31}AzO^{17}} + H^2O = \underset{\text{Indicanine.}}{C^{20}H^{23}AzO^{12}} + \underset{\text{Indiglucine.}}{C^6H^{10}O^6}$$

L'indicanine, substance sirupeuse jaune, donne à son tour, par absorption d'oxygène, de l'*oxindicanine* $C^{20}H^{23}AzO^{16}$, substance brune qui, par hydratation, se dédouble en *indiglucine* et *oxindicasine*.

L'indican en solution aqueuse est décomposé par les acides étendus et donne du bleu d'indigo et de l'indiglucine :

$$\underset{\text{Indican.}}{C^{26}H^{31}AzO^{17}} + 2H^2O = \underset{\text{Bleu d'Indigo.}}{C^8H^5AzO} + \underset{\text{Indiglucine.}}{3C^6H^{10}O^6}$$

Cette réaction explique l'apparition du bleu d'indigo dans les urines. Il y a été signalé par divers auteurs, et Kletzinsky en le soumettant à l'analyse, lui a trouvé la composition et les propriétés ordinaires de l'indigo pur. On peut en retirer des quantités relativement grandes de l'urine de vache ou de cheval.

A son tour, d'après Schunk, le bleu d'indigo donne, par son hydratation, de la leucine et de l'acide formique :

$$\underset{\text{Bleu d'Indigo.}}{C^8H^5AzO} + 5H^2O = \underset{\text{Leucine.}}{C^6H^{13}AzO^2} + \underset{\text{Acide formique.}}{CH^2O^2} + CO^2$$

Ces diverses transformations de l'indican primitivement contenu dans les urines, nous permettent de comprendre que ce liquide, par sa fermentation spontanée ou pathologique, par l'action de l'eau aidée de la chaleur et des acides urinaires, ou même par sa simple concentration, puisse successivement donner :

1° Des matières colorantes jaunes : l'*indican*, l'*indicanine;*

2° Des substances rouges : l'*indirubine*, isomère du bleu d'indigo, et quelques autres substances analogues nommées par Schunk l'*indifulvine*, l'*indiretine*, l'*indifuscine*, l'*indihumine*, dont plusieurs sont mal définies, mais qui ne diffèrent de l'indican que par absorption de $n\,H^2O$, et qui donnent toutes, par leurs dédoublements, de l'indiglucine et des acides gras ;

3° De l'*indiglucine* et de la *leucine*, produits de dédoublement de l'indican ou de ses dérivés ;

4° Des *acides gras :* formique, acétique, propionique, etc.

Toutes ces substances se forment dans l'évaporation des urines.

L'*urrhodine* et l'*uroglaucine* de Heller ne sont autres que l'*in-*

dirubine et le *bleu d'indigo* de Schunk. Nous en dirons tout à l'heure quelques mots. Enfin, d'après Schunk, l'*uroxantine* de Heller ne serait autre que l'indican lui-même.

Urochrome; Urobiline.

Suivant Tudichum, l'urine devrait sa couleur jaune habituelle à une substance différente des précédentes, et qui, seule, existerait normalemnent dans les urines. Il lui a donné le nom d'*urochrome*.

D'après sa préparation et ses propriétés, l'urochrome paraît se rapprocher beaucoup de l'indican. Voici comment on l'extrait.

L'urine est mélangée d'hydrate et d'acétate de baryte jusqu'à l'alcalinité, puis filtrée au bout de vingt-quatre heures. Le liquide clair est traitée par une solution d'acétate de plomb ammoniacal. Le précipité qui se forme est trituré avec de l'eau aiguisée d'acide sulfurique, et ce mélange, après avoir été saturé à froid par du carbonate de baryte, est jeté sur un filtre. On fait passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique qui met l'urochrome en liberté. On le précipite par l'acétate de mercure, et on lave le dépot. Cette combinaison mercurielle, si elle n'est pas de couleur jaune, est décomposée par l'hydrogène sulfuré, et le *filtratum* traité de nouveau comme l'urine primitive. Si elle est jaune, on la décompose par le gaz sulfhydrique, qui laisse en solution l'urochrome mélangé d'un peu d'acide chlorhydrique que l'on peut enlever par l'oxyde d'argent. Celui-ci étant, à son tour, éliminé par l'hydrogène sulfuré, on filtre, et l'on évapore à une douce chaleur. L'urochrome reste alors sous forme de croûtes jaunes et amorphes.

Jaffé extrait de l'urine une matière analogue ou *identique* qu'il nomme *urobiline*, obtenue en ajoutant de l'ammoniaque en excès à l'urine, filtrant, ajoutant du chlorurure de zinc tant qu'il y a précipité, lavant à l'eau et à l'alcool, redissolvant dans l'ammoniaque, reprécipitant par l'acétate de plomb et décomposant le dépôt qui se forme par de l'alcool additionné d'acide sulfurique. En filtrant et évaporant l'alcool, on obtient de l'urobiline pure. Elle est identique à la *choléféline*, dérivée de la *bilirubine*, par son oxydation complète au moyen de l'acide azotique (voir *pigments biliaires*, t. II, p. 108).

L'urochrome est soluble dans l'eau, qu'il colore en jaune, difficilement soluble dans l'alcool, plus aisément dans l'éther. Sa solution aqueuse, surtout si on la chauffe ou si on l'acidule, se fonce

à l'air, devient rouge, et laisse déposer bientôt des flocons bruns (*indicanine*, *indirubine*, *oxindicanine*, *oxindicasine* de Schunk (?) ; *oxyde d'omychmyle*, de Scharling (?)). Ce précipité, traité par l'alcool, laisse une poudre brune, l'*urométanine*, à laquelle Thudichum attribue la formule problématique $C^{36}H^{43}Az^{7}O^{10}$, substance qui joue le rôle d'un acide faible. La solution alcoolique contient une belle substance rouge (*indirubine?*). On peut encore, au moyen de l'éther, retirer des produits de décomposition de l'urochrome, une substance soluble et cristallisable dans l'alcool absolu, l'*uropittine* $C^{9}H^{10}Az^{2}O^{3}$.

Tous ces corps sont évidemment des matières colorantes secondaires dues à l'action de l'air, de l'eau ou des réactifs sur les matières colorigènes de l'urine. L'*indican* et l'*urochrome* seuls paraissent être les matières premières de sa couleur.

Deux dérivés colorés de l'indican peuvent quelquefois se rencontrer dans les urines ou s'y déposer spontanément, ce sont *l'uroglaucine* et *l urrhodine*[1]. Nous allons en dire quelques mots.

Uroglaucine ou bleu d'indigo. — $C^{8}H^{5}AzO$. On l'extrait quelquefois en traitant les urines par le sous-acétate de plomb ammoniacal. Le précipité plombique ayant été décomposé par l'acide sulfurique étendu et froid, si l'on filtre, la liqueur brune laisse déposer par l'ébullition une poudre foncée, qu'on lave avec de la soude étendue; la portion qui ne se dissout pas se dédouble par l'alcool en deux corps : L'*indigo bleu* ou *uroglaucine*, insoluble, et l'*urrhodine* qui paraît tout à fait identique avec l'*indirubine*, et qui se dissout dans l'*alcool* bouillant en donnant une belle couleur bleu pourpré.

L'*uroglaucine* est une poudre bleue formée d'aiguilles microscopiques réunies par petits groupes et sublimables. On a pu préparer avec elle l'indigo blanc, qui témoigne de son identité avec l'indigo ordinaire. Elle est cristalline, peu soluble dans l'alcool, soluble dans l'acide sulfurique, d'où l'eau la précipite (*Méhu*).

[1] Pour séparer ces pigments rouges et bleus qui peuvent exister dans l'urine à l'état libre, Méhu (*loc. cit.*) agite directement les urines filtrées deux fois avec le chloroforme, qui s'empare alors de la matière rouge. Le filtre, traité par l'alcool, abandonne par une très-lente évaporation le pigment bleu cristallin, qui se dépose le premier.

Quand on précipite l'urine normale par de l'acétate de plomb, et qu'on décompose ce précipité par de l'acide sulfurique on obtient une dissolution colorée faisant naître une bande d'absorption entre les lignes *b* et F de Frauenhoffer et qui, par les alcalis, donne une nouvelle bande placée entre F et G. La substance colorante dissoute paraît identique à celle qu'on obtient en traitant la bile par de l'acide chlorhydrique. (JAFFÉ, *Bull. soc. chim.*, t. XIII, p. 85.)

L'*uroglaucine* paraît avoir été décrite déjà par Braconnot, en 1825, sous le nom de *cyanourine*, substance qu'il retira d'urines jaunes qui avaient donné un sédiment bleu azuré[1]. La *mélanourine* du même auteur ne serait autre que l'*urrhodine*.

Urrhodine ou **Indirubine**. — Elle est isomère avec la précédente et se prépare comme il vient d'être dit. Quelquefois on l'obtient en petits cristaux en évaporant très-lentement sa solution alcoolique. L'urrhodine est presque noire, mais en couches très-minces elle jouit d'une belle couleur rouge ; elle est insoluble dans l'eau, et soluble dans l'alcool froid et dans l'éther[2]. Le chloroforme, l'eau ammoniacale, l'acide sulfurique, la dissolvent (Méhu, *loc. cit.*).

Les sédiments rouges ou violets que l'on rencontre dans les urines doivent peut-être quelquefois leur coloration à cette substance, en même temps qu'à un dérivé de l'alloxane. En tous cas, ils cèdent au chloroforme et à l'alcool une matière colorante pourpre.

§ 3. — CORPS PLUS RARES SIGNALÉS DANS L'URINE NORMALE.

Acides gras. — Un certain nombre d'acides gras (acétique, butyrique, propionique, etc.) ont été signalés dans l'urine. Ils peuvent provenir de la décomposition du dédoublement ou de la fermentation de principes plus complexes.

L'acide butyrique que l'on trouve dans la sueur, et dans la matière sébacée de plusieurs régions, a été signalé comme un produit constant des urines. Lehmann l'y a rencontré plusieurs fois, surtout dans celles des femmes enceintes ou en couches.

Suivant Schunck, le noir animal, agité avec l'urine normale et repris par l'alcool, cède à ce dissolvant, en même temps que de l'oxalurate d'ammoniaque, un mélange de palmitine et de stéarine[3].

Acide succinique. — *Acide cryptophanique.* Meisner et Shepard ont rencontré l'acide succinique, et l'acide hippurique, dans le sang et l'urine normale ; l'un et l'autre augmentent par l'ingestion des acides quinique et benzoïque.

L'*acide cryptophanique* $C^{10}H^{18}Az^{2}O^{10}$ est un acide faible, gommeux, transparent, peu coloré, que W. Tudichum a retiré de l'urine de l'homme en la précipitant par l'acétate neutre de plomb

[1] *Ann. ch. phys.* [2], t. XXIX, p. 252. — Julia et Cantin ont cru reconnaître dans les urines un pigment formé de bleu de Prusse.

[2] Schunck, *Phil. Magaz.* [4], t. XV, p. 29 et 117.

[3] *Bull. soc. chim.*, t. X, p. 02.

(40 c. cub. d'une solution d'acétate saturée à 9° par litre d'urine), filtrant et ajoutant une nouvelle quantité d'acétate plombique et d'ammoniaque, recueillant le précipité, le lavant, le soumettant à la presse et le traitant par un léger excès d'acide sulfurique. La liqueur filtrée, saturée par du carbonate de baryte et de la baryte donne, par évaporation, un précipité de cryptophanate de baryte, d'où l'acide sulfurique met en liberté l'acide cryptophanique, soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Tudichum lui attribue l'acidité des urines [1].

Acide phénique $C^6 H^6 O$; *acide taurylique* $C^7 H^8 O$; *acide damalurique* $C^7 H^{12} O^2$; *acide damolique* (acide huileux), etc. — Ces phénols et acides, auxquels Staedeler attribue l'odeur de l'urine, feraient toujours partie de l'urine humaine, mais se trouvent surtout dans celle de vache et de cheval. On les obtient par distillation, après avoir préalablement traité l'urine par un lait de chaux, évaporé, repris par l'acide chlorhydrique et séparé l'acide hippurique [2].

Il existe aussi, suivant Lieben, dans les premières portions de la distillation des urines, un corps qui n'est pas de l'alcool, mais qui fournit de l'iodoforme avec la potasse et l'iode. Dans l'urine de cheval, se trouve un composé qui a les réactions d'un phénol [3].

Triméthylamine. — Elle a été trouvée dans l'urine humaine par Dessaignes [4]. L'auteur de ce livre l'a retirée aussi du liquide distillé des urines normales.

Glucose $C^6 H^{12} O^6$. — Ce sucre existe normalement dans l'urine (*Brücke; Bence-Jones; Iwanoff.*); on l'en retire par les procédés que nous décrirons plus loin. Il a été soumis à la fermentation et transformé en alcool. Le glucose existe en effet dans le sang normal et il serait difficile de s'expliquer qu'une substance aussi diffusible ne passât pas à travers le tissu rénal. Le sucre des urines normales ne provient pas d'un dédoublement de l'indican, car on peut le précipiter directement par le sous-acétate de plomb qui ne sépare pas cette matière colorante du liquide urinaire.

La glucose existe dans les urines des individus sains, quel que soit leur genre d'alimentation. Il a été trouvé dans l'urine d'animaux exclusivement nourris de viande. Il augmente quand l'alimentation est fortement amylacée ou sucrée, mais jamais il n'existe norma-

[1] *Journ. of. chem. Soc.*, 1870, t. VIII, p. 116.
[2] *Ann. Chem. Pharm.*, t. XCXVII, p. 134.
[3] *Bull. Soc. chim*, t. XIV, p. 338.
[4] *Journ. de Pharm.* [3], t. XXXII, p. 43.

lement en quantité très-notable. Un adulte bien portant rend par les reins de 1 à 2 grammes de sucre dans les 24 heures[1].

Le sucre augmente dans les urines des nourrices et des femmes enceintes. Les urines du fœtus en contiennent une notable quantité.

Diamide lactylique. — M. Baumstark vient de découvrir dans les urines normales un corps qui paraît dériver de l'acide sarcolactique,

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO.OH \end{array}$$

dans lequel les deux oxhydriles sont remplacés par $2AzH^2$; ce composé a donc la formule

$$\begin{array}{l} CH^2AzH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO.AzH^2 \end{array}$$

Pour obtenir ce corps très-remarquable, on évapore l'urine à consistance de sirop; on la mélange, encore chaude, d'alcool absolu ; on filtre, on évapore l'alcool, on acidule le résidu, on l'agite avec de l'éther pour enlever l'acide hyppurique ; on neutralise par l'ammoniaque la solution restante ; on la précipite par l'acétate de plomb, et la liqueur, privée de plomb par l'hydrogène sulfuré, fournit par l'évaporation de l'urée et des cristaux peu solubles qui sont ceux de la substance dont nous parlons. Ce composé forme des sels solubles avec les acides. Par l'acide nitreux, il donne de l'acide sarcolactique. Sa solution aqueuse précipite par le sulfate mercurique. C'est de l'urée où $(CO)''$ et remplacé par $(CO-C^2H^4)''$. (*Bull. soc. chim.*, t. XX, p. 471.)

Ferments urinaires. — La pepsine, et peut-être la ptyaline, existe dans les urines normales. Brücke a obtenu la première par le procédé décrit en parlant du suc gastrique. On rencontre aussi dans l'urine une petite quantité de matières albuminoïdes mal connues

[1] L'existence du sucre dans l'urine normale admise par les auteurs précédents a été contestée par d'autres. Voir à ce sujet : Brucke *Wiener, med. Zeitsch.*, 1860, p. 74, 82, 91, 99, et *Rep. chim. pure*, t. I, p. 47 ; Bence Jones, *Quart. Journ. of the Chem. Soc.*, t. XIV, p. 27, et *Rep chim. pure*, t. III, p. 319. Les auteurs suivants ont nié que le sucre existât normalement dans les urines. Lehmann, *Hand. d. phys. Chem.*, p. 110. — Leconte, *J. de phys.*, t. II, p. 593. — Friedlander, *Dissert.*, Leipsick, 1864. — Babo et Meissner, *Henle's u. Pfeufer's Zeitsch.* [3], t. II, p. 32.

(*albuminose de Baylon*). Enfin M. Béchamp en traitant ce même liquide par un excès d'alcool à 90°, puis lavant à l'eau le précipité qui se forme, a obtenu un résidu qui a la propriété de transformer l'amidon en sucre. Il lui donne le nom de *nephrozymase* et lui attribue le rôle de ferment. Les caractères sur lesquels il établit la spécificité de cette substance sont encore insuffisants et semblent devoir la faire confondre avec les globules de mucus[1].

§ 4. — PASSAGE DANS LES URINES D'ÉLÉMENTS ORGANIQUES ACCIDENTELS.

Le travail fondamental de Woehler sur le passage des sels et des acides organiques dans les urines, quoique datant de 1827, a conservé toute son importance. Ce savant illustre nous a fait connaître une partie des lois auxquelles sont soumis les phénomènes d'oxydation des substances qui pénètrent dans le sang[2]. On a depuis lors ajouté aux observations de Wœhler des faits nombreux, mais sans découvrir de nouveaux principes.

En thèse générale, les matières organiques oxydables, se brûlent en traversant l'organisme et donnent de l'acide carbonique, de l'eau et de l'urée s'ils sont azotés, à moins toutefois que leur diffusibilité extrême, ou la difficulté qu'auraient ces substances à entrer dans des combinaisons passagères, ne les fassent si rapidement passer au travers des reins, qu'elles apparaissent intactes dans l'urine, ou tout au moins partiellement inaltérées.

Quelques rares substances, en présence des matières albuminoïdes du sang, se réduisent en traversant l'organisme.

Les sels neutres organiques à base alcaline sont entièrement oxydés dans l'économie et apparaissent dans l'urine à l'état de carbonates. Celle-ci devient alors le plus souvent alcaline et ses phosphates terreux se précipitent.

Les acides oxalique, tartrique, citrique, gallique, cholique, picrique, camphorique, ingérés à l'état de liberté, apparaissent en partie sous le même état dans les urines. Mais, dans certains cas, si le sang est très-riche en alcalis, une partie de ces acides passe dans la vessie après avoir été transformée en carbonates, tandis

[1] Voir pour les *ferments et infusoires urinaires* la III[e] partie de ce livre *Sédiments urinaires organisés*.

[2] Voir ce travail traduit dans *J. des progrès des sciences méd.*, t. I, p. 41 et t. II, p. 90.

qu'une autre est expirée par le poumon sous forme d'eau et d'acide carbonique.

L'acide tannique s'hydrate dans l'organisme et se retrouve dans les urines sous forme d'acide gallique et de pyrogollol :

$$C^{14}H^{10}O^{9} + H^{2}O = 2C^{7}H^{6}O^{5}.$$
Acide tannique. Acide gallique.

Les acides homologues de l'acide benzoïque, l'éther benzoïque, l'essence d'amandes amères, se transforment en acide hippurique ou en acides analogues contenant tous le groupement *glycocolle*.

Les alcalis organiques, tels que quinine, morphine, strychnine, pris à faible dose se retrouvent dans les urines (*Bouchardat; Viale; Guyochin*.) Il en est de même de la théine et de la théobromine. A dose un peu élevée on retrouve dans les urines à peine la moitié de la quinine ingérée; le reste passe principalement à l'état de *quinidine*, base isomère de la quinine[1].

La glucose, le sucre de canne, la mannite injectées dans le sang se retrouvent dans les urines.

La plupart des matières colorantes et odorantes, garance, rhubarbe, campêche, betterave, airelle, carotte, pigments biliaires, térébenthine, ail, castoreum, assa fœtida, etc., passent rapidement dans la vessie[2].

L'urine sécrétée après l'usage de la santonine prend une couleur rouge qui paraît due à un acide provenant de l'oxydation de cette substance (*C. Schmidt*).

Le principe colorant du tournesol et de la cochenille, l'amer du *quassia amara*, le musc, la chlorophylle, l'éther, le camphre, les résines, l'aniline, la cholestérine, ne se retrouvent pas dans les urines après leur ingestion.

L'alcool peut, lorsqu'il a été ingéré à dose suffisante (250 gr de vin à 10 °/₀), être retiré en nature des urines. A dose plus élevée, sa quantité augmente, mais tend vers une limite maximum; le reste de l'alcool est brûlé dans l'économie.

Si l'on avale de la salicine on retrouve dans les urines de la

[1] *Bull. Soc. chim.*, t. XVIII, p. 363.
[2] Voir Stehelberger, *Journ. comp. sc. med.*, t. XXV, p. 132. — Hardy, *Bull. Soc. biologie* [3], t. V, p. 41. — Kietzinsky, *Haller's Archiv. Chem. microscop.*, 1852, p. 184, 211 et 338.

saligénine, de l'hydrure de salicyle et de l'acide salicylique. L'ingestion de la saligénine elle-même (5 à 7^{gr} par jour) fait apparaître dans les urines de l'acide *salicylurique* $C^9 H^9 Az O^4$, et de l'acide salicylique. La tyrosine traverse l'organisme sans s'altérer. Il semble en être de même de la taurine chez les carnivores; toutefois, chez les herbivores, une partie de celle qui est ingérée se brûle et accroît dans les urines le poids de l'urée et de l'acide sulfurique excrétés[1]. Le prussiate rouge de potasse passe à l'état de prussiate jaune en traversant l'économie.

Quant aux principes tels que l'urée, l'acide urique... qui se retrouvent naturellement dans les tissus, le sang ou l'urine, nous avons dit plus haut ce qu'ils deviennent après avoir été absorbés par le tube intestinal.

L'albumine ordinaire injectée dans les veines passe dans les urines. Au contraire des solutions légèrement alcalines ou salines de syntonine ou de myosine ne s'y retrouvent pas pourvu qu'on ait eu le soin de soustraire auparavant à l'animal une quantité de sang équivalente à celle du liquide injecté.

ARTICLE IV

MATIÈRES INORGANIQUES DE L'URINE NORMALE

§ 1. — SUBSTANCES INORGANIQUES DES URINES DE L'ALIMENTATION NORMALE.

Eau. L'urine moyenne contient environ 95,6 p. 100 d'eau. Un adulte du poids de 65 kilogrammes en excrète par cette voie 1245 grammes à peu près dans les vingt-quatre heures. Nous avons (p. 12) donné la règle qui permet de conclure le poids du résidu fixe, et par conséquent, par différence celui, de l'eau, de la densité d'une urine normale.

L'ingestion de liquides aqueux augmente, en général, la sécrétion urinaire, mais cet effet n'est ni immédiat, ni très-régulier. Il a lieu une heure ou deux après que la boisson a été prise, et les quantités d'urine sécrétées ne sont pas proportionnelles au temps qui s'écoule. Du reste, dans certaines circonstances surtout, après des

[1] De Nencki, *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 180. — Salkowski, *ibid.*, t. XVIII, p. 472.

sueurs morbides ou accidentelles abondantes, l'eau des boissons n'est pas éliminée, mais retenue par les tissus qui s'en étaient appauvris. Dans d'autres cas, l'eau que l'on absorbe ne passe pas dans les urines sans qu'on puisse donner de ce fait de raison bien plausible.

L'ingestion du sel marin accroît la quantité d'urine et sa richesse en eau.

L'animal privé de tout aliment, ou simplement privé de boissons aqueuses, élimine de l'eau par ses reins jusqu'à la mort.

Sels de l'urine. — Les sels de l'urine ne sont pas tout à fait ceux qui restent à l'état de *cendres* lorsqu'on brûle son résidu. Outre qu'une petite proportion des carbonates, phosphates, chlorures, peut être altérée ou partiellement chassée par la calcination, on trouve toujours ainsi une quantité de sulfates supérieure à celle que donne le dosage direct de l'acide sulfurique de l'urine. Une partie des sulfates des cendres provient donc de l'oxydation du soufre des matières organiques. La même observation s'applique à l'acide phosphorique.

Le poids des substances minérales de l'urine normale varie de 6 à 18 grammes par litre. Avec une alimentation moyenne, il s'éloigne peu de 12 à 18 grammes. La majeure partie de ces sels est formée par du chlorure de sodium. Viennent ensuite par ordre d'importance : les sulfates alcalins de potasse et ceux de soude, les sels de ces mêmes bases avec des acides urique et hippurique, les phosphates de chaux et de magnésie, le phosphate acide de soude, le chlorure potassique, enfin des traces de silicates, azotates, de sels de fer, etc... et quelques gaz.

Chlorure de sodium; chlorure de potassium; bromures. — La quantité de sel marin éliminé par les urines dépend évidemment de celle qui est absorbée dans les vingt-quatre heures. A l'état normal, on a observé des variations allant de 6 à 23 grammes par jour. La moyenne oscille, en général, chez l'homme, autour de 12^{gr},5. Si l'on ajoute que 2^{gr},5 environ de sel marin sont contenus dans la sueur et les diverses autres excrétions, on voit qu'il faut à l'adulte, par vingt-quatre heures, 15 grammes au moins de sel commun.

L'élimination du chlorure de sodium par les reins, étudiée d'heure en heure, éprouve deux maximums, l'un dans l'après-midi et l'autre dans la matinée, et un minimum, environ de moi-

tié plus faible, dans la nuit; résultat d'autant plus remarquable, que le repas du soir introduit dans l'organisme une nouvelle dose de ce sel. Mais on sait déjà qu'il existe aussi pendant la nuit un minimum dans la sécrétion de l'urine, d'où l'on doit conclure que le sommeil qui diminue l'activité musculaire et cérébrale, diminue aussi l'activité des fonctions du rein.

Au contraire, le travail de corps et d'esprit augmente pour quelques heures l'énergie des fonctions rénales et la sécrétion du sel marin.

Il existe une sorte de réciprocité entre la quantité de liquides aqueux ingérée, d'urine excrétée et de sel marin, ou plus généralement, de sels dialysables éliminés. Si l'on boit beaucoup, on excrète en quelques heures beaucoup de chlorure de sodium ; et, *vice versâ*, si l'on mange très-salé, on est obligé de boire et d'uriner beaucoup. Le chlore éliminé grâce à une abondante boisson peut sextupler par heure. Dans l'abstinence, au contraire, le chlorure de sodium diminue beaucoup, mais quelque loin que soit poussée l'inanition, ce sel existe toujours dans les urines : 2 à 3 grammes en sont encore excrétés dans ce cas par vingt-quatre heures. Aussi l'économie qui perd sans cesse ce composé si nécessaire au sérum sanguin, à la constitution de certaines matières albuminoïdes, à la fabrication du suc gastrique, devient-elle rapidement, lorsqu'on ne lui fournit pas de sel commun, le théâtre des troubles les plus graves. Il suffit de l'en priver pendant trois jours pour que les urines se chargent d'albumine. (Voir *Aliments* et *Nutrition générale*).

L'urine contient, à l'état normal, un peu moins de chlorure de sodium qu'il n'en existe dans les aliments. Mais, d'après Kaupp, dès que cette dernière quantité s'abaisse au-dessous de 16 à 18 grammes dans les vingt-quatre heures, le poids du sel marin excrété par les reins dépasse celui qui est journellement absorbé.

On trouve, en général, dans les urines, une quantité de chlore supérieure à celle qui saturerait toute la soude. Il est donc probable qu'il s'y trouve aussi un peu de chlorure de potassium.

Bromures alcalins. — Ils ont été signalés par M. Rabuteau comme se trouvant normalement dans l'urine[1].

Bases de l'urine. — La nature des bases contenues dans les urines normales varie avec le régime. Une alimentation animale fait

[1] *Journ. pharm. et chim.*, janvier 1869.

augmenter la chaux, la magnésie, en même temps que le chlore et l'acide phosphorique; les aliments végétaux font prédominer les alcalis, diminuer le chlore et l'acide phosphorique, augmenter l'acide carbonique. L'absorption directe des substances alcalines, des sels à acides organiques, et des acides organiques eux-mêmes, tend dans les urines à faire prédominer les alcalis. On ne sait quelle est la loi qui lie les quantités relatives de soude et de potasse.

La chaux éliminée par les reins augmente un peu quand cette base devient plus abondante dans l'alimentation : au bout de deux jours, les urines reprennent leur composition normale.

Sulfates. — Presque tout l'acide sulfurique des urines normales est combiné à la potasse et à la soude en quantités à peu près égales. Il provient de la combustion du soufre des matières albuminoïdes; une faible proportion a cependant les aliments pour origine, car l'ingestion directe des sulfates fait croître faiblement l'acide sulfurique éliminé par les reins.

De nombreuses expériences il résulte que l'homme adulte moyen excrète environ 2 grammes par jour d'acide sulfurique, avec de légères variations allant de 1gr,50 et 2gr,50. En réduisant le chiffre moyen d'acide sulfurique en sulfate de potasse, on trouve 4gr,3 pour la quantité de ce sel contenu dans les urines de vingt-quatre heures; on n'aurait que 3gr,55 de sulfate de soude pour la même quantité d'acide sulfurique.

Grüner et Vogel ont montré que la quantité moyenne d'acide sulfurique éliminée par heure étant de 0gr,09 environ, on a un maximum de 0gr,108 dans l'après-midi, et que ce nombre tombe à 0gr,07 dans la nuit, et à 0gr,063 dans la matinée. C'est donc, comme pour le sel marin, après le principal repas qu'augmente la quantité d'acide sulfurique sécrétée, mais les variations horaires de cette sécrétion sont plus grandes encore que celles du chlorure de sodium.

L'alimentation riche en viande fait croître la sécrétion des sulfates; l'alimentation végétale la diminue. L'augmentation due aux matières protéiques peut s'expliquer en admettant que le soufre de ces substances soit entièrement brûlé et passe à l'état d'acide

[1] NEUBAUER, *Journ. f. prakt. Med.*, 1866, p. 96 et RIESELL. *med. chem. Untersuch. Hoppe-Seyler*, 1869, p. 302.

sulfurique. D'ailleurs les accroissements de l'urine sont à peu près proportionnels à ceux de l'urée (*Lecanu; B. Jones; Mosler*...). On a observé aussi que le soufre en nature et celui des hyposulfites et des sulfures font croître la sécrétion de l'acide sulfurique.

L'augmentation ou la diminution due au régime se fait sentir soit au bout de quelques heures, soit après plus de vingt-quatre heures, suivant les dispositions individuelles et l'activité rénale et digestive du sujet.

Les exercices musculaires, prolongés ou violents, aidés d'une bonne alimentation animale, augmentent notablement la quantité de sulfates excrétés (*Bence-Jones*).

Pendant l'état de veille on élimine par heure moins d'acide sulfurique que pendant le sommeil (*Mendel*); le minimum de cette excrétion a lieu le matin. Contrairement à ce qui se passe pour le sel marin, il ne paraît pas qu'une boisson aqueuse abondante fasse croître bien sensiblement la sécrétion des sulfates.

Pendant la grossesse et après l'accouchement, les sulfates diminuent dans l'urine.

Acide phosphorique. — Un adulte en excrète par jour de $1^{gr},5$ à 2 grammes. Suivant Mendel[1], cette quantité varie de $0^{gr},942$ à $3^{gr},32$; elle forme en moyenne 3,22 p. 100 du poids des éléments solides de l'urine.

L'origine de l'acide phosphorique est complexe. Une partie provient du liquide de la viande et est ingérée et excrétée à l'état de phosphate acide de potasse et de soude. Une autre portion se trouve dans les muscles, les céréales et les légumineuses à l'état de combinaison avec les matières albuminoïdes. Mis en liberté par l'oxydation de ces substances, l'acide phosphorique se fixe dans les os et les divers tissus, ou bien apparaît dans les urines; enfin une troisième partie provient de l'oxydation des matières phosphorées alimentaires (protagon, lecithine, etc.) contenues dans les nerfs, le cerveau, les œufs, le sang.

La quantité d'acide phosphorique éliminée varie non-seulement avec l'alimentation qui, devenant plus animale fait surtout croître le poids des phosphates alcalino-terreux, mais aussi avec beaucoup d'autres conditions connues ou ignorées. Ces variations sont, en général, parallèles à celles de l'urée. Le poids de l'acide phosphorique

[1] Arch. f. *Psych. und Nerv.* V. C. *Westphall*, t. III, p. 636.

éliminé est plus grand pendant le sommeil que pendant la veille (sans doute parce que l'élimination de la nuit correspond à l'activité du jour). Ce poids augmenterait aussi chez le même individu avec l'activité cérébrale [1]; mais ce dernier résultat a été contesté (*V. plus loin.*)

L'acide phosphorique diminue ou disparaît dans les urines des femmes enceintes et des enfants qui grandissent.

Phosphates terreux. — La moyenne des phosphates de chaux et de magnésie qu'un homme adulte ordinaire élimine par jour, avec une alimentation suffisante et variée, s'éloigne peu de 1 gramme; soit $0^{gr},4$ environ de phosphate tricalcique et $0^{gr},6$ de phosphate bimagnésien. D'après tous les expérimentateurs, le poids des phosphates terreux éliminés serait plus considérable, et pourrait au moins tripler, quand la nourriture devient exclusivement animale. Il diminue par l'abstinence, sans cependant devenir jamais nul, et s'abaisse à 75 ou 80 p. 100 de la quantité ordinaire pendant le travail cérébral, tandis que les phosphates alcalins restent constants.

Pour un même individu, les variations observées autour des chiffres moyens précédents changent peu dans la même saison.

Les expérimentateurs ne s'entendent pas sur le rapport qui existe entre les poids du phosphate de chaux et celui de magnésie. Suivant les uns, ces deux sels sont entre eux comme 3 est à 6; suivant d'autres comme 4 est à 6; enfin, suivant certains, l'organisme éliminerait plus de phosphate de chaux que de phosphate de magnésie. Ces désaccords sont dus en partie aux méthodes expérimentales, en partie aux différences d'alimentation.

Au milieu du jour, l'élimination des phosphates subit un maximum, et, vers le matin, un minimum très-accentué.

Les phosphates terreux sont tenus en dissolution dans les urines grâce à l'acidité normale de ce liquide, aux chlorures et à l'acide carbonique. Ils se précipitent, soit sons l'influence du départ de l'acide carbonique, lorsqu'on les chauffe ou qu'elles séjournent à l'air, soit enfin lorsque s'établit la fermentation ammoniacale de l'urine.

Phosphates alcalins. — Outre les phosphates précédents, il existe dans les urines un excès d'acide phosphorique combiné

[1] Byasson. *Thèses de Paris*, 1868.

aux bases alcalines. Ce sont des phosphates acides mêlés d'une petite quantité de phosphates neutres.

Des nombreuses expériences qui ont été publiées, il résulte que l'on peut admettre qu'en général un homme sain excrète de $1^{gr},50$ à 2 grammes par jour de phosphates alcalins ; en moyenne $1^{gr},85$.

Cette excrétion subit un maximum vers le soir et un minimum le matin, à peu près dans le raport de 2 à 1 ; mais les moyennes individuelles sont fort variables.

L'absorption d'une grande quantité d'un liquide aqueux hâte beaucoup l'excrétion des phosphates qui diminue notablement ensuite.

Une alimentation très-azotée, où l'ingestion de phosphates solubles, enrichit les urines en phosphates alcalins.

Matières minérales n'existant dans les urines qu'à très-faibles doses. — Toutes les substances minérales digestibles qui se trouvent en petite quantité dans la plupart de nos boissons et dans nos aliments usuels, peuvent et doivent se rencontrer dans les urines. De ce nombre sont l'acide silicique et le fer que l'on trouve dans toutes les eaux potables, dans le pain et dans la viande, les azotates, les sels ammoniacaux et, dans bien des cas peut-être, le cuivre.

Acide silicique. — Il n'en existe pas moins de $0^{gr},03$ par litre d'urine. C'est aussi la quantité moyenne qui se trouve dans un litre d'eau potable ordinaire, et cet acide fait, de plus, partie de presque tous nos aliments.

Peroxyde de fer. — On en a signalé des traces dans l'urine ; on le recherche dans les cendres par les procédés ordinaires. Il provient des matières albuminoïdes et surtout de l'hémoglobine. Il existe dans la plupart des substances alimentaires.

Azotates. — Presque toutes les eaux potables, les eaux de pluie, beaucoup d'aliments végétaux contenant des azotates, on doit s'attendre à trouver normalement, et l'on trouve en effet, l'acide azotique dans l'urine. Si l'urine n'est pas fraîche, tout ou partie de ces azotates s'est transformé en azotites, et peut même échapper à l'état de gaz protoxyde d'azote ou d'azote[1].

Je pense que le *peroxyde d'hydrogène*, signalé par Schœnbein

[1] Voy. Schlœsing *Comptes rendus acad. sc.*, séance du 26 janvier 1868. — G. Bouchardat 1869 ; *Thèses de Paris.* — Schœnbein, *Bull. Soc. chim.*, t. III, p. 146. — Rabuteau, *Comptes rendus*, 20 juin, 1870.

dans les urines normales, n'est autre chose qu'une trace d'un composé oxygéné de l'azote; la réduction de la teinture d'indigo par l'urine, en présence du sulfate de fer, peut être produite par diverses matières organiques.

Sels ammoniacaux. — La présence de l'ammoniaque, de son carbonate ou de ses sels dans l'urine fraîche, niée par Pasteur et van Tieghem, affirmée par Boussingault, Neubauer, Heintz, demande de nouvelles confirmations; non que l'on puisse mettre en doute que de l'urine précipitée par le sous-acétate de plomb et bouillie avec un lait de chaux dégage de l'ammoniaque, mais parce que cette ammoniaque peut être due aux matières extractives que l'acétate basique ne précipite qu'incomplétement quand on ne l'alcalinise pas, ou bien parce que le gaz alcalin peut provenir d'un commencement de fermentation ammoniacale de l'urine, qui peut avoir lieu même alors que ce liquide est acide.

Cependant, tout porte à penser que les sels ammoniacaux sont des produits d'excrétion normale de l'économie. On les a trouvés, sous faible dose, dans les sueurs et les gaz expirés; et nous avons vu que l'ammoniaque est d'ailleurs, dans nos laboratoires, un produit constant de l'oxydation de certaines substances d'origine animale, dont les plus importantes sont l'acide urique et ses dérivés; enfin l'on sait d'une manière positive que l'urate acide d'ammoniaque fait partie essentielle des excréments des oiseaux et des reptiles.

Le procédé de Schlœsing, employé par Neubauer pour doser l'ammoniaque de l'urine, consiste à la précipiter par un mélange d'acétate et de sous-acétate de plomb, à la filtrer, et, après l'avoir mélangée à un lait de chaux, à l'exposer sur une large surface à un courant d'air puis à doser au moyen d'une liqueur titrée l'ammoniaque ainsi évaporée. Cette méthode conduit à des résultats douteux, 1° parce que la fermentation ammoniacale de l'urine loin d'être ainsi évitée est au contraire hâtée, 2° parce que les matières volatiles colorantes peuvent changer le titre de la liqueur de dosage, 3° parce que le sous-acétate de plomb enlève l'ammoniaque libre s'il y en existe.

La quantité d'ammoniaque normalement excrétée serait seulement de $0^{gr},10$ en 24 heures, suivant Tidy et Woordmann. Ces auteurs la dosaient dans l'urine même avec le réactif de Nesler.

L'urine de bœuf ou de vache contient, pour l'alimentation variée

d'hiver, de 0^{gr},006 à 0^{gr},010 pour 100 d'ammoniaque (*Boussingault, Rautenberg*).

Neubauer indique pour l'homme sain et adulte, une excrétion journalière moyenne de 0^{gr},724 d'ammoniaque. Ce chiffre a dû être altéré par les trois causes d'erreur signalées ci-dessus[1].

Cuivre. — Ce métal existe dans plusieurs de nos aliments usuels et souvent dans le sang, quoi qu'en aient dit quelques auteurs qui ont attribué la présence du cuivre à des parcelles d'oxyde provenant du courant d'air de la lampe de Bunsen. Des expériences concluantes ont été faites à ce sujet par M. Béchamp et par l'auteur dans des laboratoires où il n'existait aucune lampe en cuivre. On a trouvé presque constamment ce métal dans le sang : il peut donc se rencontrer souvent aussi dans les urines. Chevalier en a retiré des quantités très-notables de l'urine des chaudronniers de Durfort, tellement chargées de cuivre qu'elles laissaient un résidu bleu en se desséchant à l'air[2].

Gaz des urines. — Vogel, Planer, Cl. Bernard, Delavaud, se sont occupés de déterminer la nature et la quantité de gaz contenus dans les urines. Mais le travail le plus important sur ce sujet est de Morin[3]. Les gaz étaient extraits par la pompe à mercure. Voici la moyenne de quinze expériences faites avec des urines normales recueillies pendant le jour :

	Dans 100 vol. de gaz.	Dans 1 litre d'urine.
Acide carbonique.	65.40	15^{cc}.957
Oxygène.	2.74	0 .658
Azote.	31.86	7 .773
	100.00	24^{cc}.368

Les tableaux suivants font connaître les variations qu'éprouvent ces gaz dans diverses circonstances. Les nombres, exprimés en cent. cubes, sont raportés à un litre d'urine :

[1] Voir le travail de NEUBAUER dans le *Journ. de Erdmann*, t. LXIV, p. 177 et 278.

[2] Le cuivre a été souvent aussi signalé dans les calculs hépatiques.

[3] Sur les gaz libres des urines, *Journ. de pharm. et chim.*, Paris 1864. — Voir aussi PLANER, *Zeitsch. d. Gesel.... zu Wienn*, 1859, n° 30.

	5 h. après le repas (*Planer.*)	Urines de la nuit (*Planer*)	Urines de la nuit (*Morin*)	Urines de la nuit 1 h. après avoir bu 1 litre d'eau (*Morin*)
CO^2 libre .	45.4	44.1	19.620	9.372
O.	0.6	0.2	0.824	1.024
Az. . . .	8.7	8.0	8.589	8.347

Toutes les fois que les phénomènes circulatoires ou respiratoires sont activés, l'acide carbonique augmente dans les urines, l'oxygène y diminue sensiblement, l'azote y augmente. Les nombres suivants sont de Morin :

Urines rendues après le repos.

Volume de gaz dans 100 cent. cubes d'urine.	CO^2 p. 100	O p. 100.	Az p. 100.
1cent. cub..95	54.55	2.27	43.18
1 .97	60.76	3.80	35.44
2 .61	62.93	1.89	35.18

Urines rendues après la marche.

Volume du gaz dans 100 cent. cubes d'urine.	CO^2 p. 100.	O p. 100.	Az p. 100.
3cent. cub..45	73.56	1.65	24.79
2 .53	66.67	1.32	32.01
3 .51	75.21	1.42	22.77

En calculant les volumes gazeux par litre d'urine, et en prenant les moyennes, on arrive aux résultats suivants :

	CO^2.	O.	Az.
Urines du repos.. . .	11.877	0.493	7.494
Urines de la marche..	22.380	0.466	8.214

Dans le dosage des gaz de l'urine, on doit se mettre en garde contre les fermentations qui pourraient transformer l'urée en carbonate d'ammoniaque et les azotates en protoxyde d'azote et azote. Il faut agir sur les urines au moment même de leur émission.

L'acide carbonique peut se trouver dans les urines sous trois états : combiné aux alcalis et aux terres, uni au phosphate de soude, ou simplement dissous. La pompe à mercure ne dégage sensiblement que les deux dernières portions.

§ 2. — PASSAGE DE SUBSTANCES MINÉRALES ACCIDENTELLES DANS L'URINE.

En général, une substance minérale traverse l'organisme lorsqu'elle est soluble ou bien susceptible, comme le phosphate de chaux par exemple, de devenir soluble dans l'estomac, ou de se dissoudre dans les alcalis de l'intestin, ainsi qu'il arrive pour certaines préparations mercurielles. Il est cependant des exceptions : l'administration des sels solubles de chaux et de magnésie ne fait augmenter qu'à peine l'excrétion urinaire de ces deux bases.

Les substances minérales susceptibles de passer par un degré supérieur d'oxydation, se retrouvent souvent à cet état dans les urines. Ainsi le sulfure de potassium administré à l'intérieur, y apparaît en partie transformé en sulfate, en partie inaltéré ; d'après Roussin, l'acide arsénieux en traversant l'économie serait transformé en arséniate ammoniaco-magnésien. Au contraire, le cyanure rouge passe à l'état de cyanure jaune de potassium et est excrété sous cette forme par les reins.

Les sels alcalins solubles de potasse, soude, ammoniaque (carbonates, silicates, chlorates, borates, nitrates, chlorures, bromures, iodures, etc.), passent rapidement et sans altération à travers l'économie. Les sulfates ne paraissent être absorbés qu'en très-faible quantité, sans doute à cause de leur action purgative.

Les sels des métaux proprement dits ne se retrouvent dans les urines que s'ils ont été donnés à dose un peu élevée, sinon ils se combinent aux matières albuminoïdes, se concentrent dans les divers viscères, et ne sont alors éliminés par les urines que trop lentement pour y être décelés (*Orfila*).

Après un traitement mercuriel; on peut retrouver toujours du mercure dans les urines. L'usage de l'iodure de potassium ne paraît pas hâter son élimination (*Schneider*).

Quant au temps que mettent chacune des substances ingerées pour passer de la bouche à la vessie, il dépend surtout de la diffusibilité de la préparation, de sa dose, de l'état actuel de l'organisme, de l'état général de l'individu[1]. Quelques sels, tels que ceux de cuivre, peuvent encore se retrouver dans les urines de 8 à 9

[1] Voir à ce sujet le travail de Kramer dans *Arch. gén. de méd.* [4], t. VIII, p. 214; celui de HARDY. *Bull. Soc. biol.*, t. V, p. 41. et celui de MAYENÇON ET BERGERET, *Bull. Soc. chim.*, t. XX, p. 115.

jours après qu'on n'emploie plus ce médicament, d'autres, comme les composés alcalins, disparaissent des urines avec une très-grande rapidité. Mais il est tel sujet qui élimine dans l'espace de 24 à 36 heures tout l'iodure de potassium qu'il a absorbé, tel autre dont les urines en contiennent encore 3 et 5 jours après l'administration de ce médicament.

§ 3. — SÉDIMENTS ET CALCULS URINAIRES.

Plusieurs des corps qui se trouvent normalement dans l'urine, ou qui peuvent anormalement s'y rencontrer, se précipitent, soit dans la vessie, soit même dans l'urine, après son expulsion, sous forme de *sédiments* ou de *calculs urinaires*. Quoique plusieurs de ces dépôts puissent apparaître dans l'urine normale sous l'influence du moindre trouble des fonctions digestives, respiratoires ou perspiratoires, l'histoire de ces *sédiments* et des *calculs* qu'ils forment en s'agglomérant, ressort plutôt de l'étude des urines pathologiques, et nous renvoyons à cet égard le lecteur à la IIIe Partie de ce livre.

ARTICLE V

ANALYSE DES URINES

On conseille quelquefois d'exécuter une analyse qualitative préalable, destinée à indiquer quels sont, dans l'urine à examiner, les éléments qu'il faudra doser par l'analyse quantitative. Cette manière de procéder est imparfaite et inutile. A l'exception du sucre, de l'albumine, des matériaux de la bile, des substances médicamenteuses, dont il importe au praticien de pouvoir affirmer la présence par des procédés rapides, il sera toujours inutile de déterminer qualitativement quels sont les matériaux de l'urine à analyser. En effet, on n'a pas à y rechercher la présence de l'urée, de l'acide urique, de la créatine..., qui n'y manquent jamais, et quant aux substances rares ou en minime proportion, telles que la xanthine, la sarcine, les sels ammoniacaux, etc. elles ne sauraient se retrouver que par les procédés exacts de l'analyse quantitative.

Dans toute analyse complète d'une urine, on devra répondre aux questions principales qui suivent :

1° Quelle est *la quantité* d'urine émise par jour? De cette donnée dépend, en effet, le *tant pour cent* de l'excrétion, par 24 heures des diverses substances qui composent l'urine ;

2° Quelle est la *densité* de l'urine? Cette détermination peut avoir une grande importance, car nous savons qu'elle est liée au poids du *résidu fixe*, et elle suffira souvent au médecin pour se rendre un compte approché des variations d'une urine déjà analysée ;

3° L'urine donne-t-elle des *sédiments*, et quelle est leur nature?

4° Quelles sont les substances contenues dans l'urine?

La première et la deuxième de ces questions constituent des déterminations générales que le chimiste peut ne point être appelé à faire, mais qui sont très-importantes pour le médecin. On les traitera dans le § suivant.

La quatrième se résout par l'analyse des urines, que nous allons exposer bientôt.

Comme on l'a déjà dit, nous réservons l'étude des sédiments et des calculs, pour la IIIe Partie de cet ouvrage, où nous traiterons des *urines pathologiques*.

§ 1. — QUANTITÉ ET DENSITÉ DE L'URINE.

Quantité d'urine émise. — Dans les analyses, cette quantité doit être exprimée *en poids*, mais d'ordinaire les urines se mesurent. Il suffit de multiplier leur volume par leur poids spécifique, que nous allons apprendre à déterminer, pour obtenir le poids correspondant.

La quantité d'urine à examiner peut être celle des 24 heures, ou d'une période déterminée du jour ou de la nuit. Il importe souvent de mesurer et d'examiner les portions émises aux diverses heures du jour.

Les mesures se font au moyen de vases gradués. Il est bon d'avoir deux vases de verre d'un litre et d'un demi-litre, à goulot étroit, portant sur ce goulot un trait unique indiquant leur capacité, et une longue éprouvette d'un demi-litre, graduée en demi-centimètres cubes. Avec ces trois mesures on pourra déterminer

les volumes avec exactitude. La température à laquelle se fait la mesure doit être notée. Dans un hôpital, on peut prendre celle de la salle où l'urine et les vases ont séjourné pendant 1 à 2 heures.

Densité de l'urine. — 1° *Détermination par les pesées.* — C'est le procédé qui sans contredit donne les résultats les plus exacts, et celui qu'on pourra mettre en œuvre dans chaque hôpital.

On tarera le vase gradué vide d'un litre ou d'un demi-litre (suivant la quantité d'urine dont on dispose), on le remplira d'urine et on le pèsera plein, on connaîtra ainsi le volume et le poids de ce liquide; en divisant le poids par le volume on aura la densité. Il suffit d'une balance très-ordinaire pouvant peser un kilo ou un demi-kilo avec une approximation d'un demi-gramme, pour que l'on obtienne la densité avec 3 décimales exactes.

Pour opérer rapidement et sûrement, on peut agir comme il suit.

Le vase vide de 1 litre (par exemple) est, une fois pour toutes, humecté d'eau, égoutté avec soin, et placé sur le plateau droit d'une balance de pharmacie avec 1100 grammes. On lui fait équilibre sur le plateau de gauche avec un vase *de volume à peu près égal*, dans lequel on ajoute de la grenaille de plomb. Cette tare faite avec soin doit être conservée. Quand on voudra prendre la densité d'une urine, on en remplira le vase d'un litre jusqu'au trait, on le posera ainsi plein dans le plateau droit de la balance, la tare sera placée dans le plateau gauche, et on complétera l'équilibre en ajoutant des poids marqués dans celui de droite. Si l'on a ajouté, par exemple, $62^{gr},5$, le poids de l'urine sera $1100^{gr} - 62^{gr},5 + 1^{gr},3$* $= 1038^{gr},8$; la densité sera $\frac{1038,8}{1000} = 1,0388$. On saura de plus que le résidu fixe de cette urine est d'environ $85^{gr},3$ par litre (voy. t. II, p. 12). Si le vase a été gradué à 15°, et si la température de la salle est de 13° à 18°, on pourra, quoique le coefficient de dilatation de l'urine diffère un peu de celui du verre, admettre que la densité obtenue est bien celle de l'urine à 15°.

2° *Détermination par les aréomètres.* — Cette méthode expose à des erreurs notables; mais quand on possède un bon instru-

* On doit par litre d'urine pesée ajouter $1^{gr},3$ qui est le poids de l'air déplacé ou perdu par ce litre d'urine pesée dans l'air atmosphérique.

ment, cette détermination peut aussi se faire avec rapidité et précision.

Un bon densimètre pour l'urine doit avoir la panse grosse et la tige longue et étroite ; les degrés seront ainsi très-espacés. Il doit être gradué à 15°. Il faut, dans tous les cas, lorsqu'on se sert de cet instrument, amener l'urine à cette température. Le densimètre porte quelquefois un thermomètre dans sa tige.

Si l'on ne tient pas à une mesure bien exacte, on peut admettre que, pour des urines qui ne sont ni sucrées ni albumineuses, une variation dans leur température de 5° au-dessus ou au-dessous de 15°, fait varier d'une unité au-dessous ou au-dessus la 3e décimale de la densité.

§ 2. — ANALYSE DES URINES.

Déterminations générales. — Après avoir mesuré la quantité d'urine émise dans une période donnée, ainsi que sa densité, il est bon de procéder à quelques autres déterminations générales.

Limpidité et trouble; sédiments. — Rarement l'urine refroidie restera parfaitement limpide. On devra noter l'absence ou la présence de sédiments, et, s'il en existe, séparer ceux-ci par filtration. Si l'urine est trouble, on devra la filtrer, et déterminer si les substances qui restent sur le filtre sont, partiellement ou non, solubles dans une petite quantité d'acide nitrique très-étendu. Les mucus urinaires résistent à ce dissolvant ; il en est de même de l'acide urique, des ferments, des épithéliums, des tubes urinifères ; les phosphates insolubles et les oxalates s'y dissolvent au contraire. Dans le résidu restant sur le filtre, on déterminera la présence du mucus, insoluble dans l'eau acidulée ou alcalinisée, des globules sanguins, des spermatozoïdes, du pus... (voir *Sédiments urinaires*, *Caractères microscopiques*, IIIe Partie.)

Acidité ou alcalinité. — L'acidité de l'urine normale pouvant résulter non-seulement de la réaction du phosphate monosodique, mais encore de la présence de sels acides ou d'acides divers (lactique, hippurique, urique...) en proportions relatives indéterminées, on conçoit qu'une même quantité de soude caustique puisse saturer diverses urines, sans que pour cela celles-ci contiennent, dans les mêmes rapports, les divers acides précédents. En effet,

un équivalent d'hydrate de soude, par exemple, saturera également un équivalent d'acide lactique, ou bien un équivalent d'acide hippurique, ou un demi-équivalent de chacun d'eux, ou tous autres rapports. La détermination de l'acidité de l'urine au moyen d'une solution alcaline ne donnera donc que la somme des pouvoirs acidifiants des divers composés acides.

Pour mesurer l'acidité d'une urine, on se sert d'hydrate de soude; le poids, qui en est nécessaire pour arriver à la saturation, indique le degré d'acidité. Pour cela, on fait une liqueur de soude contenant 4 grammes environ d'hydrate par litre. Après avoir exactement titré cette solution [1], on prend 300 centimètres cubes d'urine, dont on dose l'acidité avec la liqueur alcaline précédente, et au moyen des pratiques alcalimétriques connues. A chaque addition de soude, on s'assure, en versant dans une faible quantité de solution étendue et sensible de tournesol une goutte de l'urine qu'on essaye, qu'elle n'est pas encore devenue nettement alcaline. On arrive ainsi rapidement à déterminer le degré d'acidité exprimé en poids d'acide sulfurique correspondant à l'hydrate de soude nécessaire à la saturation. On devra déterminer l'acidité totale de l'urine au moment de sa sortie de la vessie, car cette acidité augmente rapidement à l'air après la miction ; il ne faudrait pas comparer entre eux les degrés d'acidité d'urines prises dans des conditions différentes.

Si l'urine est alcaline, on en déterminera le degré au moyen d'une liqueur titrée d'acide chlorhydrique ou nitrique, et dans ce cas surtout, au moment même de son émission, car cette alcalinité, en général due à la fermentation ammoniacale de l'urée, croît avec une très-grande rapidité.

Analyse proprement dite des urines.

Dans une analyse complète d'urine, il est bon de déterminer séparément et sur des portions indépendantes les unes des autres :

1° Le poids du résidu fixe et des sels minéraux;

2° L'urée;

3° La créatinine;

4° L'acide urique et le mucus;

[1] On la titre en général de façon qu'elle sature $0^{gr},005$ d'acide sulfurique par cent. cube.

5° L'acide hippurique;

6° Les acides lactique, acétique, butyrique, succinique, et les acides biliaires;

7° Les matières colorantes normales, celles du sang et celles de la bile;

8° Le sucre et l'inosite; l'albumine;

9° L'azote total;

10° Si l'on veut être complet, quelques autres recherches sont nécessaires. Il faut savoir déterminer les *corps très-rares*, tels que : l'allantoïne, la leucine, la tyrosine, la xanthine, la sarcine, les graisses, etc.

11° Les gaz des urines.

Les divers acides de l'urine (à l'exception de l'acide urique), les gaz, et l'urée elle-même, dans les cas où le liquide est neutre ou alcalin, le glucose normal ou pathologique, doivent être immédiatement déterminés, car leur poids peut varier rapidement après l'émission des urines.

Nous allons donner successivement les méthodes de dosage des diverses substances urinaires, en indiquant d'abord comment on peut séparer chacun des groupes précédents.

I. — *Poids du résidu fixe et des éléments minéraux.*

Poids du résidu fixe. — On peut évaporer directement l'urine au bain-marie, dessécher ensuite complétement le résidu dans une étuve à 100°, ou mieux dans un courant d'acide carbonique sec, tant qu'il perd une trace d'eau, et le peser ensuite; mais le chiffre obtenu en agissant ainsi est entaché d'erreurs multiples.

Pendant l'évaporation plusieurs matières peuvent disparaître, les divers corps volatils, acides gras, sels ammoniacaux, etc., sont dans ce cas; d'un autre côté, le phosphate acide de soude et les sels acides réagissent lentement sur l'urée et la transforment partiellement en carbonate d'ammoniaque. Ces causes d'erreur sont petites, mais il est bon de les éviter.

Pour cela, on verse dans l'urine une quantité de solution titrée d'hydrate de soude telle qu'elle sature parfaitement ce liquide. On peut prendre dans ce but une partie de la liqueur qui a déjà servi à déterminer l'acidité de l'urine, où la quantité de soude ajoutée est déjà très-exactement connue. On évapore au bain-

marie dans une capsule de platine l'urine neutralisée, on la dessèche ensuite à 110°, et l'on pèse le résidu fixe quand il ne perd plus rien par sa dessiccation. En soustrayant de ce dernier poids celui de l'hydrate de soude ajouté, réduit par le calcul en soude anhydre, on obtient celui du résidu fixe réel, et, par différence, le poids de l'eau correspondant au volume d'urine employé. Pour cette détermination, il faut agir sur 15 grammes d'urine environ.

Poids total des sels minéraux. — Le poids des parties fixes étant connu, on calcinera le résidu laissé par l'urine dans la capsule de platine même où il a été obtenu, et on le chauffera à l'air libre ou dans un moufle tant qu'il y restera du charbon. En opérant ainsi la calcination des matières fixes provenant d'une liqueur rendue neutre ou très-légèrement alcaline on évite la décomposition ou la volatilisation de certains chlorures, de ceux de magnésie, ou de fer par exemple ; on empêche aussi que le charbon n'exerce facilement son action réductrice sur les phosphates et les sulfates des cendres. Toutefois les dernières traces de matière charbonneuse sont difficiles à brûler, et il est bon, après une calcination préalable, de verser sur un filtre pesé d'avance les parties insolubles dans l'eau (charbon et sels insolubles) et de les calciner à part, puis d'évaporer séparément les parties solubles. La somme de ces deux poids, diminuée de celui de l'hydrate de soude ajouté, *transformé en carbonate* par le calcul, donne le poids des cendres.

Le résidu fixe laissé par la calcination de l'urine ne représente pas très-exactement le poids des sels et oxydes minéraux qui étaient contenus dans cette humeur. Les lactates, hippurates, urates alcalins de l'urine, sont en effet passés à l'état de carbonates de soude et de potasse. Le résidu minéral s'est donc accru du poids de l'acide carbonique dérivant de la calcination des sels organiques. Pour tenir compte de cette quantité, il faudrait connaître celle de l'acide carbonique existant dans le résidu fixe avant et après sa calcination. Cette détermination se fait rapidement au moyen des appareils à dosage d'acide carbonique par perte.

II. — *Dosage des divers éléments minéraux.*

Plusieurs méthode peuvent être suivies pour doser les éléments minéraux dans le résidu salin de la calcination de l'urine ou

dans l'urine elle-même. Nous n'avons pas à donner dans ce livre les procédés analytiques généraux qui servent à déterminer la composition des cendres; nous n'y décrirons que ce qui a spécialement trait au dosage des matières minérales de l'urine en tant qu'applications particulières à l'analyse de ce liquide. On n'a donc rien à dire ici du dosage, par la méthode des pesées, de la potasse, de la soude, du chlore, de la chaux, de la magnésie, de l'acide phosphorique, des sulfates, etc., contenus dans les cendres. On emploiera pour chacune de ces déterminations les procédés analytiques habituels. Observons seulement qu'après avoir déterminé le poids des cendres correspondant à un volume d'urine, il suffira de prélever de ces cendres des portions correspondant environ à 20 cent. cubes d'urine pour y doser l'acide sulfurique, à 50 cent. cub. pour y doser la potasse et la soude, à 15 cent. cub. pour les chlorures, à 20 cent. cub. pour les phosphates; à 100 cent. cub. pour doser la chaux et la magnésie, etc., soit par les procédés ordinaires, soit par les procédés suivants.

Détermination du chlore. — On ne doit pas le doser directement en ajoutant à l'urine acidifiée une solution de nitrate d'argent titrée, parce qu'en opérant ainsi, l'acide urique, les matières neutres (colorantes, extractives), etc. s'unissent à une certaine quantité d'oxyde d'argent et rendent le titrage chlorométrique trop élevé.

(*a*). — *Dosage du chlore dans les cendres par la méthode des liqueurs titrées.* — On dissout une partie de cendres correspondant à 10 cent. cubes d'urine environ dans de l'acide nitrique très-faible, on enlève l'excès d'acide par un peu de carbonate de chaux précipité et lavé, puis, sans enlever par filtration l'excès de ce sel, on ajoute quelques gouttes d'une solution neutre de chromate de potasse. Dans la solution jaune clair ainsi préparée, on verse avec une burette une solution titrée d'azotate d'argent faite en dissolvant $29^{gr},063$ de nitrate d'argent pur et fondu dans 1000 grammes d'eau distillée. 1 cent. cube de cette solution correspond à 1 centigramme de chlorure de sodium et à 6,06 milligrammes de chlore. En ajoutant goutte à goutte cette solution au liquide à titrer, il se produit un précipité de chlorure d'argent, et la liqueur ne change pas de teinte tant qu'il y a des chlorures en solution; mais, dès qu'une goutte de solution argentique est en excès, il apparaît une coloration rouge persistante due à la for-

mation du chromate d'argent. Cette méthode de dosage, appliquée directement à l'urine, donne des chiffres un peu trop forts.

(*b*). — *Dosage du chlore dans l'urine même, par la méthode de Liebig.* — Cette méthode est fondée sur ce fait que quand à une solution d'urée légèrement acide et contenant des chlorures, on ajoute une solution de nitrate mercurique, il ne se forme de précipité persistant d'urée et de nitrate mercurique que lorsque tous les chlorures ont servi à tranformer l'azotate de mercure en sublimé, sel qui ne précipite pas l'urée dans les liqueurs acides[1].

Quand, au moyen de la liqueur mercurique titrée, on voudra doser le chlore dans une urine, on en précipitera d'abord l'albumine, si elle y existe, en l'acidifiant très-légèrement avec de l'acide nitrique et la portant à l'ébullition. On enlèvera ensuite les phosphates, en ajoutant à 16 cent. cubes d'urine 8 cent. cubes d'une liqueur barytique contenant un volume de solution assez concentrée d'azotate de baryte pour 2 volumes d'eau de baryte. On filtrera l'urine pour séparer le précipité de phosphate qui se forme ; on prendra 15 cent. cubes de la liqueur filtrée, correspondant à 10 cent. cubes d'urine, on l'acidifiera très-légèrement par l'acide nitrique, et l'on y versera goutte à goutte la liqueur titrée mercurique, jusqu'à ce que l'on obtienne un précipité persistant manifeste et non un simple louche.

Il est bon de ne pas recourir à ce procédé pour les urines sucrées.

Détermination de l'acide phosphorique total. *Dosage dans l'urine même par les sels d'urane.* — Cette méthode est fondée sur la pré-

[1] Pour préparer la liqueur mercurielle titrée on dissout 14^{gr},086 de mercure pur distillé dans une petite quantité d'acide azotique concentré jusqu'à ce qu'une goutte de la liqueur ne précipite plus par le sel marin. On évapore au bain-marie à consistance de sirop. On ajoute ensuite de l'eau, et s'il se forme un léger précipité de sel basique on le redissout *avec une trace* d'acide azotique. Enfin, on étend la liqueur à 1 litre. 1 centimètre cube de cette solution correspond à 0^{gr},005 de chlore. *Il faut* toutefois, pour en établir le titre très-exactement, l'essayer avec une solution de sel marin en présence de l'urée et des sulfates. Pour cela, on dissout 8^{gr},239 de sel marin pur et fondu dans 1 litre d'eau (quantité qui correspond à 0^{gr},005 de chlore par cent. cub), on prend de cette liqueur 15 cent. cubes et on les additionne de 2 décigr, environ d'urée et d'un demi-gramme à peu près de sulfate de soude pur ; puis on titre de nouveau la liqueur mercurique au moyen de la solution d'urée et de sel marin où le poids de chlore est connu.

Les métaux étrangers, le bismuth, le plomb, lorsqu'ils souillent le nitrate mercurique employé, troublant beaucoup les résultats, il vaut mieux, si l'on n'a pas de mercure pur, faire de l'azotate mercureux, laver ses cristaux à l'acide azotique et à l'eau, les dissoudre ensuite à chaud dans l'acide nitrique, chasser l'excès de ce dernier et titrer enfin cette solution de nitrate mercurique comme il vient d'être dit.

cipitation par l'oxyde d'urane, au sein d'une liqueur acidifiée par l'acide acétique, de l'acide phosphorique contenu dans les phosphates solubles de l'urine.

Voici comment on peut opérer. On prend 50 cent. cubes d'urine, que l'on additionne de 5 cent. cubes d'une solution d'acétate de soude contenant 100^{gr} d'acétate et 50 centimètres d'acide acétique cristallisable par litre de liqueur. On y fait ensuite couler goutte à goutte, tant qu'il y a précipité évident, une solution titrée d'urane[1].

On examine de temps en temps sur une goutte prélevée et déposée sur une soucoupe si le ferrocyanure jaune indique qu'un excès de liqueur d'urane a été ajouté. Ce réactif produit dans ce cas un précipité rouge brun. Le volume de liqueur titrée d'urane indique la richesse de l'urine en acide phosphorique.

Détermination de l'acide phosphorique des phosphates terreux. — On prend 150 cent. cubes d'urine, on en sépare d'abord les phosphates terreux par addition d'ammoniaque ; au bout de 24 heures on recueille le précipité sur un filtre, on le lave à l'eau, et on le traite alors, sur le filtre même, par un peu d'acide acétique qui dissout les phosphates ; on ajoute à la liqueur 5 cent. cubes de la dissolution d'acétate de soude ci-dessus mentionnée, on porte le volume à 100 cent. cubes environ et on dose comme précédemment l'acide phosphorique avec la solution d'urane.

Dosage de l'acide sulfurique. — On peut le doser par la méthode des pesées, et dans l'urine même, en acidifiant celle-ci par l'acide chlorhydrique et ajoutant goutte à goutte, à l'ébullition, du chlorure de baryum en excès.

Le dosage de l'acide sulfurique au moyen des liqueurs titrées est très-délicat, car les matières organiques rendent indécise, vers la fin, la précipitation du sulfate barytique.

[1] On l'obtient en dissolvant dans l'acide acétique l'oxyde d'urane pur ou mieux le carbonate jaune d'urane et de soude, étendant d'eau de façon à avoir 20 grammes environ d'oxyde d'urane par litre de liqueur, puis titrant définitivement au moyen d'une solution de phosphate de soude pur et non effleuri. En dissolvant dans l'eau $10^{gr},085$ de ce dernier sel de façon à faire un litre, on obtient une solution contenant $0^{gr},100$ d'acide phosphorique anhydre par 50 cent. cubes. — Pour titrer la solution uranique on prend 50 cent. cubes de la solution de phosphate précédente, on l'additionne de 5 cent. cubes de la solution acide d'acétate de soude ci-dessus indiquée, et l'on fait couler goutte à goutte la solution d'urane tant qu'un précipité se forme. On essaye de temps en temps s'il y a un excès de sel d'urane en agissant comme il est dit dans le texte. Une liqueur ainsi faite et titrée précipitera très-aproximativemsnt $0^{gr},005$ d'acide phosphorique anhydre par centimètre cube de solution d'urane (*Neubauer et Vogel*, DES URINES).

Dosage de l'acide carbonique. — Il existe dans l'urine de l'acide carbonique libre, et à l'état de bicarbonates ou de tout autre composé salin.

L'acide libre ne peut se doser en recueillant les gaz qui s'échappent des urines à l'ébullition. On obtiendrait ainsi non-seulement l'acide simplement dissous, mais une quantité indéterminée de celui qui est retenu à l'état de bicarbonates ou par les phosphates. On ne peut davantage, et pour les mêmes motifs, se servir de la pompe à vide, mais on peut doser facilement l'acide carbonique par différence.

Pour cela, on ajoute à l'urine de la liqueur de baryte (2 volumes d'eau de baryte pour 1 volume de solution de chlorure ou d'azotate de baryum saturée à 15°) tant qu'il y a formation d'un précipité. Celui-ci sera, 24 heures après, recueilli sur un filtre, légèrement lavé, séché, et introduit dans un petit appareil à dosage d'acide carbonique par perte. On obtiendra ainsi l'acide carbonique total.

On évaporera ensuite l'urine *alcalinisée par de l'ammoniaque*, et après avoir desséché le résidu au bain-marie, on l'additionnera à plusieurs reprises d'eau ammoniacale et l'on évaporera de nouveau. On décomposera ainsi tous les bicarbonates. On dosera enfin l'acide carbonique en introduisant le résidu dans l'appareil à dosage d'acide carbonique par perte. La différence du premier dosage au second donnera le poids de l'acide carbonique libre et à l'état de bicarbonates.

L'acide carbonique que l'on doserait dans les cendres du résidu des urines, serait augmenté de tout celui qui provient de la calcination des sels à acides organiques.

Dosage de l'acide silicique. — L'urine en contient toujours des traces. Les cendres ayant été calcinées avec 5 à 6 fois leur poids de carbonate double de potasse et de soude, on les reprend par un petit excès d'acide chlorhydrique, on évapore et on frite. L'acide silicique devient insoluble. On le lave à l'eau et on le pèse.

Dosage de la potasse et de la soude. — Pour ce dosage il est bon de calciner assez vivement le résidu de 50 à 100 cent. cubes d'urine, puis d'ajouter volume égal de la solution barytique (1 de solution saturée de chlorure avec 2 d'eau de baryte). Tous les sels d'alcalis passent ainsi à l'état de chlorures. On ajoute ensuite, avant aucune filtration, du carbonate d'ammoniaque en

excès. On évapore la liqueur en présence d'un peu d'ammoniaque que l'on renouvelle de temps en temps; enfin l'on filtre. On sépare de cette façon l'excès de sels barytiques ajouté. On acidule alors la liqueur claire par de l'acide chlorhydrique, on l'évapore, on fond au rouge son résidu dans une capsule de platine couverte, pour chasser l'excès de chlorure d'ammonium, et l'on sépare et dose les chlorures de potassium et de sodium par le chlorure platinique.

Dosage de la chaux et de la magnésie. — On doit les doser dans les cendres par les moyens habituels, leur précipitation au sein de l'urine pouvant être incomplète. On devra prendre pour ce dosage de 100 à 150 cent. cubes d'urine.

Dosage de l'ammoniaque. — Ce dosage est fondé sur ces deux

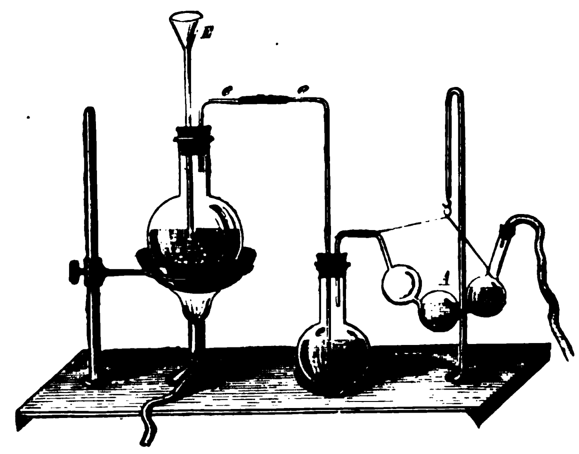


Fig. 33

observations : 1° qu'un lait de chaux très-étendu ne déplace pas à froid l'ammoniaque des substances azotées autres que les sels ammoniacaux; 2° que dans un tel mélange un courant d'air entraîne rapidement toute l'ammoniaque dissoute. Voici comment on opère :

50 cent. cubes d'urine sont placés dans un petit ballon B portant un entonnoir E à col assez large, plongeant dans le liquide, et par lequel on peut, à un moment donné, verser un lait de chaux. Un tube *e*, *e*, *e*, fait communiquer le ballon B avec une fiole F où l'on place une quantité connue d'acide sulfurique titré : à la suite de cette fiole est un tube à boule A rempli de ce même acide; enfin un tube de caoutchouc permet, au moyen d'un aspirateur, de

faire passer un courant d'air à travers tout l'appareil. Celui-ci étant chargé d'urine, on verse 10 cent. cubes de lait de chaux un peu clair par l'entonnoir E et l'on fait marcher lentement l'aspirateur. Le ballon B, étant à 30°, l'ammoniaque se dégage, et est absorbée en F et en A. Au bout de 6 heures, on retire la liqueur du ballon et du tube à boules A au moyen d'une solution connue de soude, et on en déduit l'ammoniaque urinaire condensée dans l'acide.

Ce procédé vaut mieux que celui qui consiste à laisser pendant 48 heures l'urine alcalinisée, dans une assiette large et à fond plat maintenue sous une cloche fermée, au-dessus d'un vase contenant de l'acide sulfurique titré. Ce procédé est long, incertain et peu pratique. Il ne met pas suffisamment à l'abri de la fermentation ammoniacale qui peut se produire pendant ce temps sous l'influence du mucus qu'une simple filtration ne suffit pas à séparer absolument. On n'évite pas aussi la décomposition des matières colorantes et extractives, qu'une simple précipitation préalable, par un mélange d'acétate neutre et basique de plomb, ne *sépare jamais entièrement*, tandis que ce même réactif peut entraîner une partie de l'ammoniaque libre ou combinée.

III. — *Dosage de l'urée.*

On a proposé un grand nombre de méthodes pour doser l'urée. Nous ne donnerons ici que les plus usuelles, celles surtout qui sont à la fois rapides et exactes.

Méthode de Millon. — On dissout à une température peu élevée 125 grammes de mercure dans 168 grammes d'acide azotique de densité = 1,4. Cette solution d'azotate de mercure est additionnée de 2 fois son volume d'eau. On obtient ainsi un réactif qui oxyde l'urée même à froid, en produisant volumes égaux d'azote et d'acide carbonique. Pour s'en servir, après avoir chassé l'acide carbonique des carbonates qui peuvent exister dans l'urine en la chauffant avec quelques gouttes d'acide nitrique, 20 grammes de ce liquide sont au préalable placés dans un ballon de 200 centimètres cubes de capacité environ. Celui-ci est muni d'un bouchon portant 2 tubes ; l'un effilé est fermé à la lampe, l'autre communique avec trois tubes successifs : le premier est rempli de ponce sulfurique, le second de potasse caustique (*tube de Liebig*), le troisième contient dans sa première branche

des fragments de potasse et dans la suivante de la ponce sulfurique séparée de la première par une spirale en fil de cuivre. L'appareil étant ainsi disposé, l'urine introduite dans le ballon, on y verse 50 centimètres cubes de la solution mercurielle précédente et on bouche rapidement. La réaction commence même à froid, l'azote et l'acide carbonique se dégagent. Ce dernier est absorbé dans les tubes à potasse. Quand les gaz cessent de barboter dans l'appareil à boules de Liebig, on chauffe un instant jusqu'à l'ébullition pour rendre la réaction complète. Enfin après avoir cassé la pointe effilée du ballon où s'est produite la réaction, on aspire de l'air à travers tout l'appareil. L'augmentation de poids des tubes à potasse, donne celui de l'acide carbonique formé. En multipliant ce poids par 1,3636, on a celui de l'urée correspondante.

Le procédé de Millon est très-rapide, et permet des dosages multiples d'urée dans un hôpital et dans une même journée. M. Gréhant a modifié le dispositif et la méthode de Millon[1].

Quelques-unes des matières extractives azotées de l'urine sont oxydées par le réactif de Millon, et augmentent légèrement le poids de l'acide carbonique et par conséquent de l'urée qui lui correspond par le calcul. On pourrait éviter en très-grande partie cette cause d'erreur, comme l'a proposé M. Leconte, par le procédé suivant. A 20 grammes d'urine on ajoute 3 centimètres cubes d'extrait de Saturne, on chauffe à l'ébullition, on jette sur un filtre, on lave. Dans la liqueur on verse une solution de 3 grammes de carbonate de soude cristallisé pour précipiter le plomb en excès, on filtre, on lave, et l'on acidule par de l'acide nitrique. Après avoir, concentré le liquide au bain-marie jusqu'à obtenir un volume double de celui de l'urine primitive, on ajoute 53 grammes du réactif de Millon, additionné pour ces dosages spéciaux d'une fois son volume d'eau. L'urée se calcule comme précédemment[2].

[1] *Compt rend.*, t. XLVII, p. 237.

[2] M. Boymond (*Ann. chim. phys.* [4], t. XXIX, p. 351) dose par perte dans un ballon portant un entonnoir rodé pour verser le réactif, et un tube à boules plein d'acide sulfurique, la somme d'acide carbonique et d'azote qui se dégage de l'urine par le réactif obtenu avec 125 gr. de mercure et 170 gr. acide azotique pur étendu de son volume d'eau. Il en conclut le poids de l'urée. 100 gr. de cette substance donnent 120 gr. Az + CO^2.

M. Bouchard (*Tribune médicale* 22 janv. 1874) place dans un tube gradué le réactif de Millon, verse au-dessus du chloroforme et sur ce dernier, qui sert de diaphragme, urine mélangée d'eau. Le tube étant alors plein, il ferme avec le doigt, agite, laisse couler le chloroforme qui tombe au fond du tube, puis le mélange, en ouvrant au-dessus de l'eau et mesure l'azote après avoir absorbé CO^2 par la potasse. Le volume d'azote donne le poids de l'urée.

Procédé de Leconte[1]. — Les hypochlorites oxydent rapidement l'urée et la transforment en un mélange d'azote et d'acide carbonique. M. Leconte fonde sa méthode de dosage sur cette propriété. Il prépare d'abord le réactif suivant : 100 grammes de chlorure de chaux sont triturés avec de l'eau et épuisés sur un filtre. A la liqueur on ajoute 200 grammes de carbonate de soude cristallisé. On filtre pour séparer le carbonate de chaux formé, on lave, et l'on porte le volume de la solution à 2 litres.

Pour doser l'urée d'une urine on en prend 20 centimètres cubes que l'on place dans un ballon de 150 centimètres cubes de capacité environ. On le remplit rapidement avec la liqueur précédente, on ferme avec un bouchon muni d'un tube à dégagement rempli au préalable du même réactif, et l'on chauffe doucement. Il se dégage aussitôt de l'azote (l'acide carbonique est retenu par la liqueur alcaline du ballon). Le gaz est recueilli sur l'eau dans une cloche graduée. Quand la liqueur a été quelques instants portée à l'ébullition, on n'a plus qu'à lire le volume des gaz pour en conclure le poids de l'urée.

10 centigrammes d'urée devraient théoriquement donner 37 centimètres cubes d'azote. M. Leconte a remarqué qu'on n'en obtient que 34 cent. cub. (calculés à 0 et 760 mm.). Après avoir lu le volume des gaz et s'être assuré qu'il ne diminue pas par l'introduction d'un fragment de potasse, on le réduit par le calcul, à son volume à 0° et 760 millimètres, et l'on apprécie l'urée à raison de 10 centigrammes par chaque 34 centimètres cubes d'azote.

Si l'on veut éviter les erreurs propres à ce mode de dosage, erreurs s'élevant à un vingtième environ en trop pour le poids de l'urée calculé comme il vient d'être dit[2], on précipitera d'abord l'urine par le sous-acétate de plomb, comme dans le procédé de Millon modifié. On aura soin seulement de ne pas acidifier la liqueur avant de faire agir l'hypochlorite.

Si les urines étaient albumineuses, elles devraient être au préalable coagulées et filtrées.

M. Ivon a, dans ces derniers temps, proposé une modification à cette méthode[3]. Un tube de 40 centimètres de long porte vers son

[1] Voir *Thèse de la Faculté des sciences*, Paris, 1870, p. 19.

[2] Cet excès d'un 20e est dû aux matières extractives azotées qui donnent, comme l'urée, un dégagement d'azote avec les hypochlorites.

[3] *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, p. 3. On doit dire qu'un procédé analogue avait déjà

quart supérieur un robinet de verre. Il est divisé de chaque côté, à partir de ce retrécissement en dixièmes de centimètres cubes. La partie inférieure, remplie de mercure, plonge dans la cuve. On a, d'un autre côté, une solution aqueuse d'urée contenant 2 grammes de ce corps par litre. On verse 5 centimètres cubes de cette solution dans la partie supérieure du tube ; si l'on ouvre le robinet, elle s'écoule dans la partie inférieure en déplaçant le mercure soulevé. On lave la partie supérieure avec une lessive de soude étendue, et l'on joint cette portion à la première. On fait enfin pénétrer par le même procédé, dans la chambre inférieure du tube contenant déjà la solution d'urée, 5 à 6 centimètres cubes d'une solution d'hypobromite de soude préparée en mélangeant : *lessive de soude* 30 grammes, *brome* 5 grammes, *eau distillée* 125 grammes. La réaction est pour ainsi dire instantanée, et pour chaque décigramme d'urée, on obtient 37 centimètres cubes d'azote à 760 millimètres 0°, comme l'indique la théorie. Du reste, après avoir fait un premier dosage d'azote avec la solution titrée d'urée, on le répète aussitôt, et dans les mêmes conditions, avec l'urine[1], et l'on n'a plus, par une simple proportion qu'à conclure le poids inconnu de l'urée.

L'hypobromite de soude décompose les sels ammoniacaux, la créatinine, et lentement les urates[2]. Pour tenir compte de ces causes d'erreur et pour une recherche clinique, on peut se borner à retrancher 4,5 pour 100 du poids de l'urée obtenue comme il vient d'être dit. Pour une recherche plus exacte, après avoir concentré l'urine, on se débarrasse de la créatinine par le chlorure de zinc en solution alcoolique, et des urates par le sous-acétate de plomb.

Méthode de Liebig. — La méthode volumétrique de Liebig, fondée sur la précipitation de l'urée par l'azotate mercurique dans une liqueur qu'on neutralise, est sujette, comme les précédentes, aux causes d'erreurs dues aux matières extractives azotées de l'urine. Elle est d'un maniement très-délicat, et présente de nombreux cas particuliers. C'est, on peut le dire, l'une des plus pénibles méthodes de dosage. Aussi nous bornons-nous à son sujet à

été proposé en Allemagne. Mais ce ne sont là que des modifications de la méthode de Leconte.

[1] On agit, en général, sur un demi-centimètre cube. Pour cela, 10 cent. cubes d'urine sont étendus à 100 avec de l'eau, et l'on prend de cette solution 5 cent. cubes.

[2] D'après M. Magnier l'hypobromite de soude ne dégage lentement à froid que *la moitié* du volume de l'azote total de l'acide urique.

renvoyer le lecteur au traité des urines de NEUBAUER ET VOGEL, (Traduction française, p. 196), et au travail de F. RAUTENBERG dans *Ann. der Chem. und. Pharm.*, t. CXXXIII, p. 55 (1865).

Méthode de Bunsen; méthode de Heintz. — Bunsen mélange 20 centimètres cubes d'urine à un peu de chlorure de baryum ammoniacal. Une partie des sels de l'urine se précipite ainsi. On filtre, on lave, et le liquide est chauffé, 2 heures, à 240°, en tubes scellés. Dans ces conditions l'urée se transforme en ammoniaque et acide carbonique. Celui-ci donne du carbonate de baryte qui, filtré et pesé, permet de calculer aisément le poids de l'urée correspondante.

Heintz, après avoir séparé l'acide urique de l'urine par les acides étendus, la traite à chaud par un excès d'acide sulfurique qui transforme l'urée et les sels ammoniacaux en sulfate d'ammoniaque qu'il dose à l'état de chloroplatinate. Il dose ensuite directement les sels ammoniacaux et obtient par différence l'azote correspondant à l'urée.

Méthode de M. G. Bouchardat[1]. — Elle est fondée sur ce fait observé par cet auteur, que sous l'influence de l'hydrogène naissant, agissant sur le nitrate d'urée en liqueur acide, ce dernier sel se décompose en azote, eau et acide carbonique :

$$Az^2 \left\{ \begin{matrix} CO \\ H^4 \end{matrix} \right. , AzHO^3 + H^2 = CO^2 + Az^2 + 2H^2O + AzH^3.$$

On introduit dans un petit ballon 20 centimètres cubes d'urine et un peu de zinc, on ferme avec un bouchon portant un entonnoir et un tube à dégagement à l'extrémité duquel on place, comme dans la méthode de Millon, un tube à sulfate de fer sec imprégné d'acide sulfurique et un système de tubes propres à absorber l'acide carbonique. On verse alors dans le ballon un peu d'acide nitrique, puis une certaine quantité d'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau et contenant 1/20 d'acide nitrique. Vers la fin on chauffe légèrement pour terminer la réaction, et on aspire de l'air à travers tout l'appareil. L'augmentation des tubes à potasse multipliée par 1,3636 donne le poids de l'urée[2].

[1] Voir *Thèses de Paris*, 1869, G. Bouchardat, p. 37.

[2] M. Musculus vient de proposer pour doser l'urée une méthode très-ingénieuse : elle consiste, en principe, à transformer très-rapidement l'urée en carbonate d'ammoniaque par le ferment ammoniacal et à doser ensuite l'alcalinité de l'urine au

IV. — *Dosage de la créatinine.*

300 grammes d'urine sont mêlés d'un peu de lait de chaux, et additionnés ensuite de chlorure de calcium tant qu'il se forme un précipité. On filtre au bout d'une heure, on lave et on évapore au bain-marie jusqu'à consistance de sirop. On mélange alors la masse avec une ou deux fois son volume d'alcool concentré et on l'abandonne pendant plusieurs heures pour laisser se précipiter peu à peu les divers sels solubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool. Cela fait, on filtre et l'on réduit le volume du liquide à 60 centimètres cubes en le chauffant au bain-marie. On l'additionne alors d'un demi-centimètre cube d'une solution alcoolique de chlorure de zinc neutre d'un poids spécifique égal à 1,20, et l'on abandonne le mélange pendant deux ou trois jours. Enfin, après qu'on les a modérément lavés à l'alcool, on verse et laisse égoutter les petits cristaux de chlorure double de zinc et de créatinine, qui se sont formés, sur un filtre séché et pesé d'avance.

100 parties de ce précipité représentent 62,4 de créatinine (*Neubauer*).

V. — *Détermination du mucus et de l'acide urique.*

Détermination du mucus. — Une simple filtration de l'urine ne saurait lui enlever tout le mucus qu'elle contient; la mucine est, en effet, soluble dans un petit excès d'acide minéral et dans une grande masse d'eau. Pour la doser, on prend 300 grammes d'urine, on l'étend de deux fois son volume d'eau et on l'acidifie nettement par de l'acide acétique; puis, après avoir refroidi à 5° ou 6°, on filtre et on lave la partie insoluble avec un peu d'acide acétique étendu. On sépare ainsi la mucine de l'albumine, s'il en existait dans l'urine. Pour priver ensuite la mucine des autres éléments (pus, sang, etc.), qui peuvent avoir été retenus sur le filtre, on la redissout dans de l'eau légèrement acidulée par de l'acide chlorhydrique, et on sature *exactement* le liquide filtré par une lessive de soude étendue; enfin on reprécipite la mucine par quelques gouttes d'acide acétique et on la jette sur un filtre taré à sec.

moyen d'une liqueur titrée. Il retire le ferment des urines ammoniacales en les filtrant sur du papier, lavant à l'eau acidulée, découpant le filtre en lanières séchant à 35° et conservant ce papier en tube fermé. Une bandelette, plongée dans l'urine, transforme entièrement l'urée en carbonate d'ammoniaque au bout de 6 à 8 heures. (*Compt. rend.*, séance du 13 janvier 1874.)

L'urine normale ne contient que des traces de mucine.

Dans la partie de l'urine filtrée, on peut séparer et doser l'acide urique comme il va être dit.

Dosage de l'acide urique. — A 300 centimètres cubes d'urine filtrée, privée de mucus et d'albumine, s'il y en existe, on ajoute 6 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. On abandonne le tout dans un lieu froid pendant vingt-quatre heures. Le dépôt cristallin qui se forme ayant été recueilli et lavé légèrement à l'eau acidulée, on crève le filtre et l'on fait bouillir quelque temps ces cristaux avec un peu d'eau de baryte ; enfin on sature exactement la liqueur par de l'acide chlorhydrique, après l'avoir laissée refroidir. On obtient ainsi un précipité d'urate de baryte que l'on peut jeter sur un petit filtre et laver à l'eau et à l'alcool. On le calcine ensuite, et du poids de carbonate de baryte restant comme résidu on déduit celui de l'acide urique. 100 parties de carbonate de baryte correspondent à 85,17 d'acide urique. On peut aussi évaporer l'urine en présence d'un à 2 millièmes d'acide chlorhydrique, laver légèrement le résidu avec l'eau, reprendre par un petit excès de potasse qui dissoudra les acides, filtrer, évaporer à sec, épuiser le résidu à l'alcool et à l'éther, redissoudre dans un peu d'eau, précipiter l'acide urique de cette solution par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, le sécher et le peser. Schwanert[1], propose de précipiter simplement l'acide urique par un peu d'acide chlorhydrique et de le peser ; mais, comme il s'en dissout $0^{gr},0048$ à $0^{gr},0045$ par 100 centimètres cubes d'urine ou d'eau de lavage acidulée, on corrige le résultat d'après ces chiffres.

VI. — *Détermination de l'acide hippurique.*

Liebig dose l'acide hippurique des urines en en évaporant 400 centimètres cubes environ à consistance sirupeuse, acidulant alors par de l'acide chlorhydrique et extrayant l'acide hippurique par de l'éther.

Tudichum a modifié comme il suit cette méthode : L'urine évaporée à consistance de sirop et encore chaude, est introduite dans une fiole, additionnée d'un peu d'acide hydrochlorique, et agitée avec une bonne quantité d'éther. On décante et on évapore ensuite

[1] *Ann. d. chem. und Pharm.*, t. 163, p. 153.

le dissolvant. Les cristaux d'acide hippurique qu'il abandonne sont lavés à l'eau froide tant que celle-ci se colore. Il ne reste plus alors qu'à les sécher et les peser sur un filtre taré.

Cette méthode donne toutefois une quantité trop faible d'acide, soit parce que l'éther le dissout imparfaitement, soit à cause des pertes dues aux lavages, soit aussi parce que les phosphates alcalins ont la propriété de retenir l'acide hippurique. Il vaut mieux agir comme il suit : 500 à 1000 centimètres cubes d'urine sont additionnés d'eau de baryte et la liqueur est ensuite neutralisée exactement par de l'acide sulfurique ; on filtre, on évapore et on mélange le résidu, dans un vase fermé, avec 200 centimètres cubes d'alcool concentré. Après une vive agitation, on filtre l'alcool, et on l'évapore. On redissout le résidu dans l'eau, et l'on dose l'acide hippurique avec une liqueur titrée de chlorure ferrique, qui donne un précipité tant qu'un hippurate reste en dissolution. Pour s'en assurer, on examine de temps en temps si une goutte du liquide bleuit par le prussiate jaune.

VII. — *Détermination des acides lactique, butyrique, acétique, formique, succinique et des acides biliaires.*

Séparation des corps de ce groupe. — Il est assez difficile de séparer tous ces acides à la fois, car ils ne se trouvent qu'en très-faible quantité dans l'urine normale. Voici comment je conseille d'opérer : On prend de 600 à 3000 centimètres cubes d'urine (suivant que l'on veut déterminer ou non l'acide succinique ou les corps plus rares encore). On les alcalinise par une trace de soude et on évapore au bain marie. Quand la liqueur a été réduite au quart de son volume, on l'introduit froide dans une cornue avec une petite quantité d'acide phosphorique étendu et on distille jusqu'au huitième du volume primitif, en recevant les vapeurs dans de l'eau alcalinisée par un peu de soude ; on sépare ainsi tous les acides volatils. Cette première partie de l'opération pourra être omise si l'on ne veut point tenir compte de ces acides. Dans tous les cas, l'on continuera comme il suit.

L'urine réduite de volume, et acidifiée par l'acide phosphorique étendu, est reprise par l'éther aqueux froid. Celui-ci enlève (*a*) les acides lactique, succinique et hippurique, et laisse (*b*) les acides biliaires mélangés aux autres éléments de l'urine.

La solution éthérée (*a*) des acides lactique, succinique et hip-

purique est évaporée, reprise par l'eau tiède, et mise en digestion avec de l'hydrate de plomb récent. Le précipité est introduit dans une fiole fermée avec quatre ou cinq fois son volume d'alcool et agité à plusieurs reprises. On dissout ainsi le lactate de plomb et on laisse le succinate et l'hippurate. En évaporant la solution alcoolique de lactate de plomb, la reprenant par l'eau, traitant par l'hydrogène sulfuré, filtrant et évaporant, on obtient une solution d'acide lactique que l'on dose par les procédés connus.

Le mélange précédent, de succinate et d'hippurate de plomb, salis par un excès d'hydrate et par quelques autres sels plombiques, est traité par de l'hydrogène sulfuré. Quand tout le plomb a été précipité, on filtre à chaud, et l'on obtient une solution impure d'acides hippurique et succinique. On la neutralise très-exactement par l'eau de baryte, on évapore la liqueur et on introduit le sirop encore chaud avec quatre ou cinq fois son volume d'alcool absolu dans un vase que l'on peut fermer. L'hippurate de baryte reste en dissolution, tandis que le succinate se précipite au bout de vingt-quatre heures.

Les acides biliaires sont restés mêlés aux autres éléments (*b*) de l'urine acidifiée que l'éther a été impuissant à dissoudre. On verra plus loin comment on détermiue leur poids.

Après avoir séparé les divers acides de l'urine, il faut les doser chacun séparément.

Dosage des acides acétique, butyrique, formique. — Ces acides ont été séparés par distillation et sont en solution dans une lessive de soude (Voir plus haut). On évapore cette solution après l'avoir neutralisée très-exactement par de l'acide sulfurique étendu, et on reprend par de l'alcool à 95° qui dissout le mélange d'acétate et de butyrate de sodium que l'on peut séparer par la différence de solubilité des sels d'argent correspondants. L'acide formique, s'il existait dans l'urine, serait détruit à l'ébullition avec réduction d'oxyde noir d'argent.

Dosage de l'acide lactique. — La solution de l'acide lactique séparée du lactate plombique (*a*) est évaporée et reprise par de l'éther qui dissout cet acide. L'éther étant volatilisé, on ajoute de l'eau et de l'oxyde de zinc, on fait bouillir, on filtre à chaud et on sépare le lactate de zinc qui cristallise. En évaporant complétement et reprenant par l'alcool à 85°, on dissout le sarcolactate zincique et on laisse le lactate ordinaire, s'il y en existe.

Dosage des acides hippurique et succinique. — On a vu plus haut comment on dosait exactement l'acide hippurique.

Quant à l'acide succinique, il est d'après (*a*) sous forme de succinate barytique. On lave à l'alcool et à l'eau la masse qui le contient; on la délaye dans une petite quantité d'eau chaude acidulée par l'acide chlorhydrique, et l'on dissout enfin l'acide succinique en agitant le tout avec de l'éther. On évapore l'éther, et l'on dose l'acide succinique au moyen d'une liqueur titrée de chlorure de fer comme on le fait pour l'acide hippurique.

Dosage des acides biliaires. — On peut retirer les acides biliaires de la partie (*b*) de l'urine fraîche acidifiée par l'acide phosphorique et insoluble dans l'éther. Il suffit de reprendre cette portion du précipité par de l'alcool très-concentré et chaud, d'évaporer, de traiter le résidu par l'eau chaude, de précipiter par l'acétate de plomb ammoniacal, de laver ce précipité à l'eau, de le faire bouillir avec de l'alcool et de filtrer à chaud, de mélanger le liquide filtré avec un peu de carbonate de soude, d'évaporer à sec et de reprendre enfin le résidu par de l'alcool absolu qui enlève les sels de soude des acides biliaires. On les précipite en ajoutant à leur solution alcoolique trois à quatre fois son volume d'éther. Mais comme, à chaud, l'acide phosphorique a pu décomposer ces sels en glycocolle, taurine et acide cholalique, il vaut mieux faire la série d'opérations précédentes sur une quantité spéciale d'urine, que l'on précipite par de l'acétate de plomb ammoniacal. Ce précipité, après avoir été lavé à l'eau et mis à bouillir avec de l'alcool concentré, est traité successivement comme il vient d'être dit.

Hoppe-Seyler utilise ensuite le pouvoir rotatoire des deux acides principaux de la bile pour en déterminer, au polarimètre, les quantités relatives[1].

Toutefois on se borne le plus souvent à déterminer qualitativement la présence des acides biliaires dans l'urine. A la solution aqueuse de la combinaison sodique des acides biliaires, obtenue comme il vient d'être dit, si l'on ajoute quelques gouttes d'une dissolution de 1 partie de sucre dans 4 parties d'eau et une certaine quantité d'acide sulfurique concentré et pur, le liquide se colorera en rouge cerise, puis en beau violet pourpre.

[1] Voir *Dict. de chim.* de Wurtz, t. I. p. 605, et *Handbuch chem. Analyse* [2], p. 274.

VIII. — *Détermination des matières colorantes urinaires normales; de la bile; du sang.*

Détermination des matières colorantes normales et anormales de l'urine. — La nature de ces matières restant encore indéterminée, on ne saurait doser leurs quantités par des procédés bien précis. On renvoie, du reste, à ce qui en a été déjà dit, et l'on y reviendra en parlant des *urines pathologiques*.

Si l'on veut donner des mesures relatives de la coloration des urines, on pourra se servir du procédé suivant.

On prendra un tube T, fermé au bout inférieur par une glace peu épaisse *mn*, au-dessous de laquelle se trouve une feuille de papier à deux teintes, l'une *a* légèrement verte, l'autre *b* de couleur bleuâtre. En plaçant l'œil sur la verticale du tube T, on observera la différence des deux teintes. Mais, si l'on verse de l'urine filtrée dans le tube, on finira par ne plus apercevoir cette différence. Si l'on marque alors 10 à la hauteur à laquelle l'urine de teinte normale choisie pour étalon doit arriver pour ne plus observer la différence des teintes *a* et *b*, et si on divise en 10 parties égales la longueur du tube T comprise entre ce point et la glace *mn*, enfin si l'on prolonge la division au-dessus, on aura un colorimètre qui indiquera, par le rapport inverse

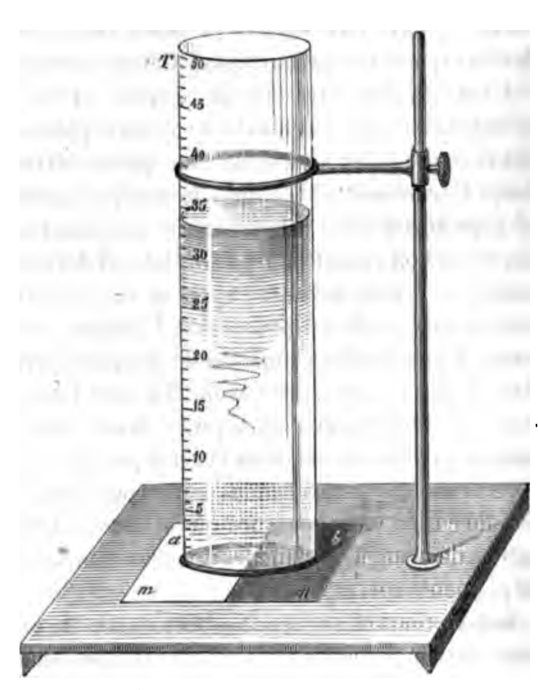


Fig.34. — Colorimètre de l'urine.

des hauteurs, les degrés de coloration. Ainsi l'urine, qui fait disparaître la différence de teinte pour la hauteur 6, sera dite avoir une coloration de $\frac{10}{6} = 1{,}66$; l'urine qui produit le même effet pour la hauteur 10 a pour coloration $\frac{10}{10} = 1{,}00$ c'est l'urine de coloration normale; pour la hauteur 25, la coloration sera $\frac{10}{25} = 0{,}4$; ou bien encore ces mesures indiquent que 6 parties, 10 parties ou 25 parties de chacune de ces urines ont le même pouvoir colorant.

Quoique imparfaite, cette méthode vaut mieux que les déterminations approximatives faites *au juger* ou d'après des échelles de couleur.

Détermination approchée de la quantité de pigment urinaire normal. — *L'urochrome*, ou *matière colorante jaune normale de l'urine*, pourra être séparée et dosée imparfaitement par les méthodes exposées en parlant des matières colorantes de l'urine (p. 29).

L'*indican* peut être obtenu comme on l'a dit en parlant de ce corps; mais il est facile de rendre plus sensibles de la façon suivante les produits colorants qui en dérivent : 20 centimètres cubes d'urine sont additionnés de quelques gouttes d'un mélange de 10 grammes d'acide chlorhydrique contenant une trace d'acide nitrique; si l'on chauffe alors le liquide, il deviendra successivement rouge foncé, puis bleuâtre; après un repos de vingt-quatre heures, les produits de dédoublement de l'indican seront précipités sous forme d'une poudre composée de granules arrondis et très-petits. Mais il vaut mieux, après avoir fait agir l'acide, agiter la liqueur avec du chloroforme; ce liquide donne une solution bleue qui fournit par transmission un spectre présentant entre les raies C et D de Frauenhoffer les bandes d'absorption de l'indigo. La disparition de ces bandes, à mesure qu'on étendra la liqueur, pourra permettre de comparer, dans les diverses urines les quantités relatives de pigments correspondants.

Détermination des matières colorantes de la bile. — Le procédé qui consiste à verser de l'acide nitrique chargé de vapeurs nitreuses dans l'urine où l'on suppose qu'il existe des pigments biliaires, ne donne que d'une manière très-fugace la succession de teintes bleues, violettes, rouges et jaunes, caractéristique de ces pigments. Il vaut mieux verser dans l'urine de l'acide acétique ordinaire; s'il y a des pigments biliaires, elle prendra une teinte verte persistante. On pourra extraire aussi la bilirubine en agitant une certaine quantité d'urine avec du chloroforme. Cette solution

étant évaporée laissera comme résidu la bilirubine impure. — (Pour les *acides biliaires*, voir plus loin.)

Détermination de la matière colorante du sang. — L'hémoglobine se reconnaît dans l'urine à ses raies d'absorption spectrales qui peuvent même servir à la doser. (V. t. I, p. 469.)

IX. — *Recherche et détermination de l'albumine, du glucose et de l'inosite.*

Quand l'une de ces trois substances, albumine, glucose, inosite, existe dans les urines, il est bon d'y rechercher les deux autres.

Recherche et dosage de l'albumine. — L'urine est filtrée, si elle n'est pas claire, et additionnée d'un peu d'acide nitrique, (un dixième de son volume environ). S'il se produit un coagulum blanc abondant, insoluble à chaud et si le liquide primitif, légèrement acidifié par l'acide acétique, louchit ou se coagule à l'ébullition, on peut affirmer la présence de l'albumine. Un trouble léger mais persistant à chaud, insoluble dans l'acide acétique indiquera le plus souvent des traces d'albumine. Toutefois, quand le malade a pris des résines ou des essences, de la térébenthine, du copahu..., on devra s'assurer que ce trouble ne se dissout pas par l'agitation avec de l'alcool. Si le trouble se redissolvait à chaud, ou par une plus grands quantité d'eau, il pourrait être formé d'acide urique, d'urates acides, ou même de nitrate d'urée.

Le dosage de l'albumine se fait de la manière suivante :

On ajoute à l'urine étendue de deux fois son volume d'eau une petite quantité d'acide acétique : 15 gouttes pour 100 centimètres cubes d'urine ; on laisse ce mélange au repos pendant 12 à 24 heures. Les flocons de mucus sont ainsi séparés. On filtre et l'on porte à l'ébullition. Le précipité qui se forme est lavé avec de l'eau bouillante rendue très-légèrement ammoniacale pour dissoudre l'acide urique et les urates, puis repris par de l'alcool et de l'éther pour le priver des graisses et de quelques matières extractives, et permettre aux flocons de se détacher entièrement du filtre. On place ensuite le coagulum dans une capsule tarée, on le dessèche à 110° et on le pèse. La précipitation de l'albumine par le tannin donne des résultats erronés; ce corps précipite en effet un certain nombre d'autres substances dans les urines normales (*A. Gautier*).

M. Tanret a indiqué un procédé de dosage de l'albumine par li-

queurs titrées, fondé sur la précipitation de cette substance par l'iodure double de mercure et de potassium qui, en solution acétique, ne s'unit pas aux autres principes de l'urine. On fait une liqueur avec : *Iodure de potassium* pur 3gr,32. *Bichlorure de mercure*, 1gr,35. *Eau distillée*, 64 grammes. *Acide acétique*, 20 cent. cubes. On la verse au moyen d'une pipette graduée dans 10 cent. cubes d'urine albumineuse tant qu'une goutte de celle-ci, portée sur une soucoupe de porcelaine, ne donne pas un précipité jaune d'iodure de mercure par le sublimé étendu d'eau. La liqueur réactif précédente est titrée de manière qu'un cent. cube précipite 0gr,1 d'albumine sous forme d'une combinaison d'albumine et d'iodure de mercure contenant 0,375 HgI pour 1,626 d'albumine.

Les urines albumineuses donnent, en général, des sédiments composés de mucus et d'épithéliums divers.

Séparation de la glucose et de l'inosite. — L'urine ayant été privée d'albumine, s'il y en existe, on l'évapore à sec et on reprend le résidu par de l'alcool froid, à 86° centésimaux. On dissout ainsi la glucose et on laisse l'inosite insoluble dans l'alcool.

Dosage de l'inosite. — Une urine qui contient de l'inosite, après avoir été privée d'albumine par une petite quantité d'acide azotique, se teinte en rose quand on la chauffe avec quelques gouttes d'une solution de mercure dans le double de son poids d'acide azotique. Cette coloration pâlit ou disparaît à froid. S'il y a de la glucose il se fait un précipité noir.

Pour doser l'inosite, le résidu de l'urine insoluble dans l'alcool froid, est soumis, à la température de 36°, à l'action de la levûre de bière qui détruit par fermentatation les traces de glucose que l'alcool a pu ne pas dissoudre. Au bout de 40 heures, la liqueur est traitée par le sous-acétate de plomb, et le précipité, après avoir été lavé à l'eau, est décomposé par l'hydrogène sulfuré. On filtre, pour séparer le sulfate de plomb, et on abandonne 24 heures la liqueur, pour laisser se déposer un peu d'acide urique ; on la concentre ensuite, et on ajoute enfin au liquide 4 ou 5 fois son volume d'alcool bouillant, à 90° centésimaux, on filtre encore, et l'on mélange le *filtratum* de la moitié de son volume d'éther. L'inosite se sépare alors soit en cristaux, soit en flocons, qu'on lave à l'alcool froid et à l'éther, et que l'on pèse.

Dosage de la glucose. — La glucose de l'urine diabétique est la dextro-glucose identique avec celui de fruit ou de raisin. On peut

doser ce corps : (*a*). Par réduction d'une liqueur titrée de cuivre. — (*b*). Par la fermentation — (*c*), par le sacharrimètre.

(*a*) *Dosage du sucre par les liqueurs titrées de cuivre.* — On dissout 260 grammes de tartrate double de potasse et de soude dans 200 grammes d'eau distillée, on ajoute à cette solution 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé, puis on dissout 36^{gr},46 de sulfate de cuivre cristallisé pur dans 140 grammes d'eau environ, et l'on verse peu à peu cette dernière solution dans le mélange des liqueurs précédentes ; enfin, l'on ajoute de l'eau de façon à obtenir 1000 centimètres cubes de réactif à 15°. On divise ensuite cette liqueur dans de petits flacons de 30 grammes bouchés à l'émeri. Le réactif cupropotassique ainsi préparé d'après les indications de M. Violette a l'avantage de se conserver, même à la lumière, sans que son titre change sensiblement. 0^{g},005 de glucose sec décolorent à l'ébullilion 1 centimètre cube de cette dissolution en transformant l'oxyde de cuivre en oxydule qui se précipite. Il est toutefois nécessaire de doser la liqueur cupropotassique avec un poids connu de sucre candi qu'on intervertira.

Pour procéder à un dosage de glucose, on étend l'urine, ainsi que la solution cupropotassique, de 2 à 3 fois son volume d'eau, on porte à l'ébullition, dans une petite fiole, un volume connu du réactif titré, et l'on y verse, au moyen d'une burette graduée, l'urine étendue tant qu'il n'y a pas, *à l'ébullition*, décoloration complète[1]. Le volume d'urine ainsi dépensé contient la quantité de sucre capable de réduire la quantité de liqueur cuprique employée.

Quelques corps peuvent, comme la glucose, réduire le réactif cupropotassique, mais leur action n'est pas instantanée et ne précède pas l'ébullition comme cela a lieu pour le sucre. Parmi ces substances réductrices citons : la leucine, l'allantoïne, la créatine, la créatinine, le tannin, le chloroforme, l'acide urique. D'un autre côté, une urine riche en créatinine (et peut-être en hypoxanthine), ou en albumine, ne donne pas de précipité d'oxydule de cuivre, si elle ne contient que peu de sucre.

D'autres substances encore masquent la réduction de l'oxyde de cuivre, celles en particulier qui sont enlevées à l'urine par le

[1] On doit observer qu'on doit de temps en temps retirer la liqueur du feu et la laisser déposer pour observer sa coloration. Toutefois si l'on attendait trop longtemps, l'air réoxyderait l'oxydule et ce liquide se colorerait de nouveau en bleu.

charbon, telles que les matières colorantes et l'acide oxalurique. Maly conseille donc d'agiter l'urine avec du charbon animal et de la filtrer avant d'essayer la présence du sucre ou d'en faire le dosage[1]; toutefois le noir animal retient une partie de la glucose[2].

(b) *Dosage par la fermentation.* — On se sert de l'appareil à dosage d'acide carbonique par perte. On place dans le ballon A de 15 à 30 centimètres cubes d'urine, avec une trace d'acide tartrique et de levûre de bière bien lavée et dans le ballon de B l'acide sulfurique pur. Le ballon A est laissé deux jours à 35°. Au bout de ce temps on le balaye par un courant d'air et on le pèse; la perte de poids qu'il a subi correspond à l'acide carbonique dégagé, qui lui-même provient de la glucose.

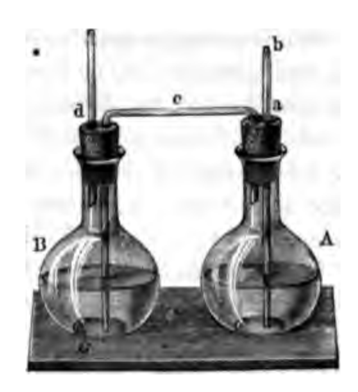


Fig. 35. — Dosage du sucre de l'urine par fermentation.

Quoique 100 de glucose anhydre ($C^6H^{12}O^6$) dussent théoriquement donner par fermentation 48,88 d'acide carbonique, en réalité il ne se produit, d'après les expériences de Pasteur, que 46,88 de ce gaz. La perte de poids, après fermentation, devra donc être multipliée par 1,042 pour obtenir le poids de l'acide carbonique théorique qui correspondrait à l'équation :

$$C^6H^{12}O^6 = 2CO^2 + C^2H^6O$$

Le poids d'acide carbonique ainsi calculé multiplié par 2,04, ou bien celui de l'acide carbonique réellement dégagé multiplié par 2,126 donnera le poids du glucose correspondant.

(c) *Dosage du sucre au sacharimètre.* — Il sera bon de s'assurer d'avance, que toute autre substance active, telle que l'albumine ou l'inosite, ne se trouvent pas dans l'urine. S'il n'en était pas ainsi, il faudrait séparer ces substances des urines.

Je ne ferai pas la description du saccharimètre de *Soleil*, le plus

[1] *Zeitsch. für anal. Chem.*, t. X, p. 382. — *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 182 et 507.

[2] Voir encore dans le *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 177, une méthode fondée sur l'emploi de l'acide molybdique. Les résultats qu'elle donne sont douteux.

employé. Mais je rappellerai que cet instrument est fondé sur la neutralisation par le sucre dextrogyre de la rotation que la lumière polarisée éprouve en traversant une certaine épaisseur de quartz lévogyre qu'on interpose entre le liquide sucré et l'œil.

On peut graduer l'appareil avec une solution titrée de glucose et savoir à combien de sucre correspond chaque division du curseur. Dans le polarimètre de *Soleil*, portant un tube de 20 centimètres de long rempli du liquide actif, une division correspond à $0^{gr},1647$ de sucre ordinaire et à $0^{gr},2256$ de glucose dissous dans 100 centimètres cubes d'urine ou d'un liquide inactif.

X. — *Dosage de l'azote total.*

Dans un ballon de 100 cent. cubes, on place 50 grammes de chaux sodée, puis 5 cent. cubes de l'urine à examiner; on ferme rapidement avec un bouchon portant deux trous, l'un muni d'un tube droit à bout effilé et fermé, l'autre d'un tube à boules à-demi plein d'une quantité connue d'acide sulfurique titré. Le ballon étant placé dans un bain de sable qui s'élève autour de son col, est chauffé presque au rouge durant une demi-heure. Tout l'azote de l'urine (sauf celui des azotates et des azotites) est transformé en ammoniaque qui se condense dans le tube à boule. A la fin, on fait passer par aspiration un courant d'air à travers l'appareil après avoir cassé la pointe du tube effilé. On dose l'ammoniaque produite, et par conséquent l'azote, en reprenant le titre de l'acide sulfurique du tube à boules au moyen d'une liqueur titrée de soude.

XI. — *Détermination de quelques corps rares, normaux et anormaux de l'urine.*

Nous donnons ici plutôt des moyens de déterminer que de doser les diverses substances qui peuvent être normalement ou anormalement contenues en très-petite quantité dans les urines.

Acides biliaires. — On peut démontrer leur présence par la réaction de Pettenkoffer. 20 à 30 centimètres cubes d'urine sont desséchés au bain-marie. On épuise le résidu avec de l'alcool fort; on évapore et l'on reprend par l'alcool absolu. On évapore encore, et le résidu, dissous dans l'eau, est traité par le sous-acétate de plomb. Ce précipité lavé est repris par l'alcool qui dissout la combinaison plombique des acides biliaires. On évapore à sec sur du carbonate de soude, on reprend par de l'alcool absolu et on

dessèche. Les sels biliaires sodiques qui restent sont traités par un mélange formé d'acide sulfurique dilué de 4 fois son poids d'eau et de quelques gouttes d'une solution concentrée de sucre ordinaire. S'il y a des acides biliaires dans l'urine une belle coloration violet-pourpre apparaît. (Voir t. II, p. 110.)

Allantoïne. — L'urine est précipitée par un mélange d'azotate de baryte et de baryte caustique, et le liquide filtré, est neutralisé par l'acide nitrique, concentré, et précipité par l'azotate mercurique neutre en léger excès. Le précipité est lavé et débarrassé de mercure par l'hydrogène sulfuré. La solution concentrée, abandonnée plusieurs jours à elle-même, laisse cristalliser l'allantoïne.

On conseille aussi de précipiter l'urine par le nitrate de mercure, de décomposer le précipité par l'hydrogène sulfuré, de filtrer, faire bouillir, concentrer, de traiter par une solution ammoniacale de nitrate d'argent, et enfin de décomposer le précipité par l'hydrogène sulfuré, de filtrer et de concentrer. L'allantoïne cristallise.

Leucine. — L'urine est évaporée au bain-marie et le résidu lavé à l'alcool froid à 85°, puis à l'éther. On le reprend par de l'alcool bouillant qui dissout la leucine et cette solution concentrée, abandonnée dans un lieu froid, donne des cristaux. On les sépare; on les comprime dans du papier buvard, et on les dissout dans l'eau. Leur solution aqueuse, mélangée d'ammoniaque, est additionnée d'acétate et de sous-acétate de plomb, et le précipité, mis en suspension dans l'eau, est décomposé par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée et concentrée laisse déposer des cristaux de leucine.

Tyrosine. — L'urine est évaporée, et son résidu lavé à l'alcool froid à 83°, puis repris par une légère lessive de soude qui dissout la tyrosine. Cette dernière solution est précipitée par l'acétate basique de plomb, et le liquide, filtré et privé de l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, est évaporé et concentré, puis mis à refroidir. La tyrosine se sépare peu à peu.

Xanthine. — Pour extraire cette substance, il faut agir sur 40 à 60 kilogrammes d'urine; celle-ci ayant été évaporée au sixième de son volume, est débarrassée de ses phosphates par l'eau de baryte et le chlorure de baryum, et de ses sels par cristallisation. La liqueur réduite au dixième du volume primitif est alors traitée à l'ébullition par l'acétate de cuivre. Il se forme un précipité qu'on lave avec soin. En chauffant ce composé cuivrique avec de l'acide azotique étendu on obtient une dissolution d'où l'azotate d'argent

précipite à froid une combinaison contenant la xanthine. Mais on peut aussi ajouter simplement à la liqueur sirupeuse, précipitée par la baryte, un dixième de son poids d'ammoniaque ordinaire, filtrer et précipiter par l'azotate d'argent. Le dépôt qui se produit est comprimé dans du papier buvard, lavé avec de l'eau ammoniacale, mis en suspension dans l'eau, et traité par l'hydrogène sulfuré qui sépare la xanthine. En faisant alors bouillir le mélange de sulfure d'argent et de xanthine et en filtrant enfin, on obtient un liquide clair d'où la xanthine se dépose en flocons. On la purifie en la dissolvant à chaud dans l'acide chlorhydrique et laissant déposer les cristaux de chlorhydrate de xanthine[1].

Sarcine ou hypoxanthine. — Cette substance accompagne le plus souvent la xanthine. On la prépare absolument comme elle ; on sépare la xanthine de l'hypoxanthine par la différence de la solubilité à chaud de sa combinaison avec l'oxyde d'argent ; l'hypoxanthinate d'argent ne se dissout dans l'eau que difficilement à l'ébullition.

L'hypoxanthine est plus soluble dans l'eau chaude que la xanthine.

Guanine ; Guanoxanthine. — A rechercher dans les urines.

Acide oxalurique. — Suivant Neubauer, de l'oxalurate d'ammonium paraît exister en petite proportion dans l'urine normale. Cet auteur extrait ce sel en filtrant de grandes masses d'urine sur du noir animal, reprenant le charbon par de l'alcool bouillant, distillant, traitant le résidu par l'eau, et évaporant cette solution. L'oxalurate d'ammonium cristallise en aiguilles microscopiques pyramidées réunies en faisceaux[2].

Cholestérine ; graisses. — La cholestérine peut, lorsqu'elle existe dans l'urine, en être séparée par l'éther. On la purifie en dissolvant dans de l'alcool chaud le résidu de l'évaporation de l'éther et en laissant cristalliser la cholestérine à froid.

Les graisses restent solubles dans l'alcool froid d'où on les extrait par évaporation.

Hémoglobine. — La matière colorante du sang peut se rechercher dans l'urine par l'analyse spectrale (voir t. I, p. 550).

Une urine colorée qui donne un coagulum roux ou brun lorsqu'on la chauffe, coagulum qui, desséché et calciné, laisse du peroxyde de fer, contient toujours du sang.

[1] Voir aussi le *Bull. Soc. chim.*, t. V. p. 142, et t. XII, p. 160.
[2] *Bull. Soc. chim.*, t. XII, p. 159.

XII. — *Extraction des gaz des urines.*

L'*acide carbonique* libre se dose, comme il a été dit à propos de l'analyse des matières minérales.

La partie de l'acide carbonique qui ne se dégage pas dans le vide est celle qui est unie aux bases. Elle ne peut être extraite par la pompe à mercure que quand on a préalablement acidifié l'urine.

L'*oxygène* et l'*azote* libres peuvent être recueillis et dosés au moyen du vide, en suivant les procédés indiqués pour obtenir les gaz du sang. Il ne faut pas oublier que les azotates normaux du liquide urinaire peuvent, sous l'influence des ferments, donner au bout d'un certain temps, du protoxyde d'azote et de l'azote qui se dissolvent dans l'urine et se dégagent par le vide.

CHAPITRE II

GLANDES SUDORIPARES ET SUEUR

Les *glandes sudoripares* ont pour fonction de sécréter la sueur. Elles sont formées d'un glomérule ou tube plusieurs fois enroulé sur lui-même, et d'un canal excréteur. Le glomérule, entouré d'un riche lacis de capillaires, est placé dans les couches profondes du derme ou du tissu cellulaire sous-jacent; le canal excréteur vient s'ouvrir au niveau de l'épiderme, entre les papilles, après s'être contourné sur lui-même. Le tube glandulaire est tapissé d'une ou de plusieurs couches de cellules qui renferment des molécules brunâtres et de la graisse; aussi verrons-nous que les corps gras sont une partie constituante normale, quoique très-faible, de la sueur, et qu'il y a un passage pour ainsi dire insensible entre la sécrétion sudorale et celle des matières sébacées et cérumineuses.

LA SUEUR.

La sueur est versée à la surface de la peau sous forme de gouttelettes que l'air et le contact des vêtements tendent à faire rapidement disparaître; mais la quantité qui s'en forme dans les

24 heures est considérable. Un homme adulte sécrète environ de 7 à 900 grammes de sueur par jour. Sous l'influence de la chaleur, du mouvement, des dispositions individuelles, cette quantité peut aller jusqu'à 1500 et même 2000 grammes[1].

Dans une étuve chauffée, un sujet qui boit abondamment peut sécréter des quantités 10 à 15 fois plus grandes[2].

On peut recueillir cette sueur de diverses manières. Favre[3] plaçait le sujet tout entier, sauf la tête, dans une baignoire étamée à sol incliné, chauffée par un jet de vapeur extérieur. La sueur s'écoulait par le fond. Funke[4], Anselmino, Schottin[5], entouraient telle ou telle partie du corps d'un manchon de verre ou de caoutchouc à robinet, et recueillaient la sueur égouttée de la partie en expérience soumise au repos, au mouvement, à l'insolation, etc.

De quelque façon qu'il soit obtenu, le liquide sudoral est troublé par la présence de cellules d'épithélium détachées de la peau, et par quelques gouttelettes de graisse qui proviennent des glandes sébacées ou sudoripares. Il devient parfaitement limpide par sa filtration.

La sueur normale est transparente, incolore, douée d'une odeur propre, variable avec les divers points du corps. Cette odeur provient en partie des acides gras volatils qu'elle contient et des produits des glandes sébacées. La saveur de la sueur est saline. Sa densité est de 1,004 en moyenne.

Sa réaction normale est acide, mais lorsque la sécrétion se prolonge, comme dans les expériences de Favre, cette réaction peut devenir alcaline.

La sueur est une solution aqueuse, très-étendue, de sels minéraux, et spécialement de chlorure de sodium mêlé d'un peu de chlorure de potassium et d'une trace de sulfates, de sels alcalins à acides organiques (*lactates et sudorates*), d'urée, d'une

[1] Séguin a trouvé pour l'homme : maximum 0gr,637, minimum 0gr,132, moyenne 0gr,361 par minute.

[2] Funke et ses élèves, par une méthode indirecte, fixent le minimum à 1794 grammes et le maximum à 19 kilos de sueur excrétée par jour.

[3] Voir *Arch. gén. de méd.*, 1853. 5e série, t. II, p. 1. Favre a pu opérer sur 14 litres de sueur à la fois.

[4] *Physioloy.* 4e édit., t. I, p. 574.

[5] *Arch. f. physiol. Heilkunde.* T. II, p. 73. — Avant ces travaux Thénard, Chevreul, Berzelius, Simon, Anselmino avaient publié quelques recherches presque toutes qualitatives.

petite quantité de matières grasses, et d'une trace de substances odorantes et colorantes.

Les analyses suivantes donnent la composition de la sueur. Les nombres sont tous rapportés à 1 litre :

		Favre.	*Schottin.*
Partie soluble dans l'eau.	Chlorure de sodium.	2gr.2305	3gr 60
	Chlorure de potassium. . . .	0 .2437	
	Sulfates alcalins.	0 .0115	1 .31
	Phosphates alcalins.	traces.	
	Albuminates alcalins (?) . . .	0 .0050	
Partie soluble dans l'eau acidulée.	Phosphates terreux.	traces.	0 .39
Partie insoluble.	Épithéliums.	traces.	4 .20
Partie soluble dans l'alcool.	Lactates alcalins.	0 .3171	11 .30[1]
	Sudorates alcalins.	1 .5623	
	Urée.	0 .0428	
	Matières grasses.	0 .0137	
	Eau.	995 .5735	977 .40

L'*eau* forme, d'après Favre, les 995 millièmes de la sueur; celle-ci, toutefois, peut n'en contenir que 980 millièmes seulement, et laisser dans ce cas, jusqu'à 20 millièmes de parties fixes.

Les *matières dissoutes* sont complémentaires du poids de l'eau, et varient de 5 à 20 millièmes. Favre a retiré 5 millièmes seulement de principes fixes du liquide de la sudation forcée. Funke et Schottin, pour les sueurs partielles des membres, ont trouvé 10 à 20 millièmes de parties fixes, contenant du dixième au cinquième de cendres ; en moyenne, la sueur donne 12 pour 1000 de résidu, et laisse 3,3 pour 1000 de cendres. Ces résultats qui ne concordent pas avec ceux de Favre, s'expliquent par l'observation que les matières dissoutes dans la sueur diminuent à mesure que la sudation se prolonge.

Les *acides* auxquels la sueur doit sa réaction ordinaire sont : les *acides gras volatils*, entre autres l'acide formique, l'acide acétique et l'acide caproïque. Le résidu laissé par l'évaporation de la sueur en présence d'une trace de soude étant saturé par un peu d'acide sulfurique, et repris par l'alcool, abandonne à ce dis-

[1] Ce nombre se rapporte aux matières organiques extractives non volatiles à 100°. Schottin n'indique du reste ni substances grasses, ni lactates, ni sudorates. Cette analyse est extraite de Gorup-Besanez, *Chim. physiolog.* [2], p. 508.

solvant, par son évaporation, un sel qui réduit le nitrate d'argent et précipite du calomel lorsqu'on le fait houillir avec le bichlorure de mercure. (*Acide formique?*) Après la destruction de ce composé par le sel d'argent, si on chauffe le résidu avec un peu d'acide phosphorique, on obtient dans le liquide distillé les acides gras volatils. On y a reconnu la présence de l'acide acétique, et sans doute, on peut admettre (au moins dans la sueur de certaines régions) l'existence des homologues supérieurs de l'acide acétique : acides propionique, butyrique, caproïque, caprique...

Outre ces acides, il paraît exister dans la sueur, à l'état de sels de soude, de l'acide lactique et de l'acide sudorique. Le *lactate de soude*, nié par plusieurs physiologistes, a été signalé par Favre dans la sueur. Ses expériences et ses analyses paraissent lever tous les doutes. La sueur contient 0,3 pour 1000 de ce lactate alcalin. Le *sudorate de soude* est un sel à acide azoté peu connu[1] : c'est peut-être un mélange de plusieurs corps. Sa composition le rapproche de l'acide urique qui n'existe pas dans la sueur normale.

On trouve des *graisses neutres* dans la sueur non filtrée, quelquefois en notable quantité dans certaines régions telles que celles de l'aisselle, de l'aine. Ces corps gras, mal étudiés, en partie solubles dans l'alcool, en partie dans l'éther, sont mélangés d'un peu de matière colorante brune et de paillettes de cholestérine.

L'*urée* a été découverte par Favre dans la sueur. Funke, Picard, L. Meyer, ont confirmé ce résultat; et si d'autres savants, étudiant la sueur, y ont trouvé non plus de l'urée, mais des sels ammoniacaux, c'est, sans doute, que l'altération rapide de ce liquide transforme très-aisément l'urée en carbonate d'ammoniaque.

D'après les nombres donnés plus haut, un adulte excréterait par les sueurs $0^{gr},040$ d'urée en 24 heures (nombre de Favre, relatifs à 900 grammes de sueur par jour). Mais, d'après Funke, cette excrétion serait beaucoup plus abondante; elle arriverait à $1^{gr},55$ par litre de sueur, et pourrait s'élever normalement à 10 grammes par jour. L'importance de ce mode d'élimination de l'azote et l'obscurité de cette question devraient susciter de nouvelles recherches.

Les *sels ammoniacaux* n'existent pas normalement dans la

[1] On lui attribue la formule douteuse $C^{10}H^{16}Az^{2}O^{13}$, pour $C = 12$.

sueur ou ne s'y trouvent qu'en quantité extrêmement faible.

L'*albuminate de soude* a été signalée par Favre dans la sueur, mais en proportion si minime (0,005 pour 1000), qu'on ne saurait y attacher d'importance.

Quelques autres corps azotés inconnus paraissent se dissoudre, en même temps que l'urée, quand on traite par de l'alcool à 95° le résidu de la sueur desséchée[1].

Des *pigments* colorés ont été signalés dans les sueurs normales, et surtout pathologiques (voy. IIIe Partie)[2].

Les *matières minérales de la sueur* sont : le *sel marin*, de beaucoup prédominant sur tous les autres, le chlorure de potassium, une trace de phosphates terreux et alcalins, un peu de fer, une très-faible quantité de sulfates. Les proportions relatives de ces derniers sels éloignent beaucoup la sueur de l'urine[3]. Voici, du reste, dans quels rapports on trouve ces sels dans ces deux excrétions chez le même individu. Les nombres suivants sont rapportés à 14 litres de chacun des deux liquides :

	Sueur.	*Urine.*
Chlorures.	34.639	57.018
Sulfates.	0.160	21.769
Phosphates.	traces.	5.381
Alcalis exprimés en soude. . . .	4.183	2.494
Somme des matières organiques.	22.920	139.650

L'*acide carbonique* libre a été signalé aussi dans la sueur.

Telle est la sueur normale. Sans vouloir traiter ici des *sueurs morbides*, nous dirons quelques mots des variations que ce liquide peut subir dans l'état physiologique.

Suivant Favre, lorsqu'un homme sue, le rapport de la quantité de matières dissoutes dans la sueur ne varie pas très-sensiblement à mesure que l'excrétion se continue. Mais le même expérimentateur a remarqué, comme nous le disions plus haut, que quand la sudation se prolonge, d'acide qu'elle était d'abord, la sueur devient successivement neutre, puis alcaline. Au début,

[1] Suivant *Schottin*, le résidu de la sueur, repris par l'alcool, laisse par évaporation une substance rose qui devient verte sous l'influence de l'acide oxalique.

[2] On a signalé l'*indigo* parmi ces pigments.

[3] Cloez, *Bull. Soc. chim.*, t. XII, p. 28, a donné pour le salin (*résultat de la calcination*) de la sueur humaine les nombres suivants : carbonate de potasse 31,82 ; sulfate de potasse 11,76 : chlorure de potassium 16,02 ; chlorure de sodium 38,54 ; pertes 1,86. Total 100. Rapport de la soude à la potasse 535 à 1000.

suivant cet auteur, l'acide lactique et les acides gras libres sont plus abondants, tandis que la soude et les sels minéraux prédominent ensuite.

D'après Funke, quand la sueur augmente, la quantité d'urée et de sels minéraux croît un peu, tandis qu'au contraire les autres corps organiques diminuent.

La sueur sécrétée la première est toujours la plus concentrée.

On n'a pas étudié avec assez de soin la sueur des diverses parties du corps. On sait seulement que, dans certaines régions, les aisselles, les orteils, etc., la sueur est normalement alcaline, et plus riche en matières odorantes et en acides gras. Funke a obtenu 15^{gr},7 de résidu fixe, dont 4^{gr},0 de cendres, pour 1000 grammes de la sueur des pieds; pour un poids égal de résidu fixe, le même individu n'avait que 2,4 de cendres dans la sueur des bras. Pour 100 parties de sodium, la sueur des pieds contenait 57 de potassium, et celle des bras 39 seulement, suivant Schottin.

Après qu'ils ont été absorbés, plusieurs médicaments se retrouvent en partie dans les sueurs. Il semble que les malades qui font usage de l'iodure de mercure rendent l'iode exclusivement par les urines et la salive, et que l'on retrouve le mercure à l'état de bichlorure dans les sueurs. (*Bergeron* et *Lemattre.*)

L'iode pris à l'intérieur s'élimine partiellement par les sueurs. Les acides arsénieux et arsénique ingérés se retrouvent aussi dans le liquide des glandes sudoripares. Il en est de même de l'alcool.

CHAPITRE III

GLANDES SÉBACÉES ET CÉRUMINEUSES — LARMES

§ 1. — GLANDES SÉBACÉES.

Les *glandes sébacées* sont de petites glandes en grappe, de 0^{mm},2 à 1 millimètre de diamètre, situées dans l'épaisseur du derme et qui viennent en général s'ouvrir dans l'intérieur d'un follicule pileux. Elles versent à la surface de la peau ou du poil

une petite quantité de matière grasse destinée à les protéger et à les assouplir. C'est dans les cellules épithéliales de ces glandes que se produit le dépôt graisseux qui, refoulant et atrophiant peu à peu le noyau, rompt enfin la cellule et est versé dans les conduits excréteurs.

La matière sébacée est onctueuse, et s'épaissit encore en arrivant à la surface de la peau. Sa composition est un peu variable avec les divers points du corps où on la considère. Elle est surtout formée d'oléine, de margarine, d'oléates et de margarates, de sels ammoniacaux, de chlorures alcalins et de phosphates, principalement de phosphates terreux. Cette graisse est souvent chargée de principes odorants variables avec les divers points du corps et avec l'espèce animale. On y reconnaît quelquefois de la cholestérine en lamelles microscopiques[1] et les débris des cellules qui ont produit la matière grasse.

Les glandes sudoripares de l'aisselle sécrètent un produit épais et huileux et doivent être rapprochées des précédentes.

§ 2. — GLANDES CÉRUMINEUSES.

Les *glandes cérumineuses* forment le passage entre les glandes sébacées et les sudoripares. Leur structure est celle de ces dernières ; la matière qu'elles sécrètent les rapprochent des glandes sébacées. Elles occupent la portion cartilagineuse du conduit auditif externe, où elles versent une substance onctueuse, jaunâtre, amère, formée de granulations et de gouttelettes de graisse, mêlée d'un pigment brun en molécules isolées ou réunies, et parsemée d'écailles épidermiques et de cellules remplies de corps gras.

L'alcool dissout les cinq huitièmes du poids du cérumen et laisse indissoute une substance analogue à la résine biliaire, mais qui ne saurait être confondue avec elle. Les trois huitièmes restants contiennent une matière albuminoïde, du carbonate de potasse et du phosphate de chaux. Jeté sur les charbons ardents, le cérumen dégage une odeur ammoniacale désagréable.

Les analyses suivantes sont dues à MM. Pétrequin et Chevalier[2].

[1] LEHMANN. *Chim. phys.*, t. II, p. 326.
[2] *Journ. de Pharm. et de Chim.*, août 1872.

ANALYSES DE 1000 PARTIES DE CÉRUMEN.

	Homme.	Chien.	Porc.	Ane.	Cheval.	Mouton.
Eau.	100	49	101	125	39	103
Matières grasses.	260	469	300	387	387	150
Corps solubles dans l'alcool.	380	124	51	175	92	43
Corps solubles dans l'eau .	140	74	179	165	204	194
Corps insolubles.	120	284	369	250	278	500

Chez l'homme, le bœuf, le mouton, le porc, le cérumen est à base de potasse ; chez le chien, à base de chaux ; chez le cheval, à base de magnésie ; chez l'âne, à base de chaux et de magnésie.

§ 3. — LES LARMES.

Les larmes sont sécrétées par la glande lacrymale, réunion de glandes en grappe analogue par sa disposition et sa constitution histologique aux glandes salivaires. Les culs-de-sac de la glande sont tapissés d'un épithélium cylindrique, les conduits excréteurs d'un épithélium pavimenteux.

Le liquide qui s'écoule sans cesse des glandes lacrymales pou lubrifier l'œil est-il identique à celui qui est abondamment sécrété sous l'influence des sentiments tristes? On l'ignore. On sait seulement que l'excitation du sympathique donne des larmes troubles et alcalines, tandis que l'excitation électrique du trijumeau fait couler des larmes limpides.

Les larmes proprement dites forment un liquide alcalin, d'une saveur franchement salée. Elles présentent au microscope quelques cellules épithéliales et quelquefois des globules muqueux nageant dans un fluide clair. Frerichs et Lerch, qui ont étudié ce liquide, ont trouvé qu'il contenait en solution de 10 à 20 millièmes de substances fixes, formées d'un tiers de matières organiques et de deux tiers de substances minérales. Les matières organiques sont : un peu d'albumine et de mucus[1], des traces de graisse, et une très-petite proportion de matière animale jaunâtre qui provient peut-être de la sécrétion des glandes de Meibonius. Le sel marin forme le poids presque tout entier des matières minérales.

[1] On a cru pouvoir faire de cette albumine une espèce à part sous le nom de *dacryoline*, parce qu'en tombant dans l'eau elle se coagule. Cet effet paraît dû au mucus, et peut-être à la dilution de la liqueur salée qui tient cette albumine en solution.

Il est mélangé d'une très-faible quantité de phosphates alcalins et de sels terreux.

L'analyse suivante est due à Lerch. 1000 grammes de larmes contiennent :

Eau.	982.0
Albumine avec trace de mucus.	5.0
Sel marin.	13.0
Autres sels minéraux.. . . .	0.2
	1000.2

Nous parlerons des *dacryolites*, ou calculs lacrymaux, dans la IIIe Partie de cet ouvrage.

CHAPITRE IV

GLANDES SALIVAIRES — PANCRÉAS — FOIE ET BILE

ARTICLE PREMIER

GLANDES SALIVAIRES

Les glandes salivaires proprement dites sont au nombre de six, placées deux par deux symétriquement autour de la cavité buccale : les glandes parotides s'ouvrant, par le conduit de Sténon, sur la paroi des joues ; les glandes maxillaires, s'ouvrant par le conduit de Warthon, et les glandes sublinguales, par les conduits de Rivinius et de Bartholin, au-dessous de la langue.

Ce sont des glandes en grappe formées de lobes subdivisés en lobules et ceux-ci en groupes d'acini. Ces derniers sont formés par la réunion de petits culs-de-sac ayant un conduit excréteur commun. Ils sont tapissés par les cellules glandulaires qui produisent la salive. En parlant de la digestion, nous avons dit que le liquide salivaire varie pour chaque paire de glandes. On ne s'étonnera donc pas que les cellules qui la fournissent aient pour chacune d'elles des caractères spécifiques propres. L'acide acétique trouble les cellules des glandes sous-maxillaires, et ne produit aucun effet apparent sur celles des glandes parotides. On trouve

des granulations pigmentaires et graisseuses dans les cellules glandulaires sous-maxillaires et sublinguales.

On a du reste fort peu étudié la composition chimique des matériaux qui composent les glandes salivaires. On sait seulement d'après Frerichs et Staedeler[1] qu'elles contiennent toujours de la mucine, de la leucine, et peut-être de la xanthine ou de l'hypoxanthine. Suivant Oidtmann on trouve dans les glandes salivaires : eau 790,3; substances organiques 204,56; substances inorganiques 15,14.

On a fait, à propos de la digestion, l'étude des diverses salives secrétées par les trois paires de glandes salivaires.

ARTICLE II

GLANDE PANCRÉATIQUE

La structure du pancréas ressemble entièrement à celle des glandes salivaires. Les culs-de-sac de cette glande sont tapissés de cellules propres laissant un canal central qui paraît se terminer par une sorte de réseau capillaire très-fin régnant autour des cellules, véritables organes de sécrétion. Celles-ci contiennent des substances grasses et une matière albuminoïde coagulable par l'acide acétique et soluble dans un excès de réactif. Les canalicules excréteurs des divers lobules se réunissent en un ou plusieurs troncs qui viennent s'accoler au canal cholédoque et débouchent dans le duodénum. Ces canaux portent de petites glandes muqueuses qui mélangent leur produit au suc sécrété par le pancréas.

Lorsqu'on coupe les filets sympathiques qui se rendent à cet organe, on y produit une circulation plus active et une hypersécrétion. Mais dans ce cas le pancréas fournit un liquide altéré qui n'a plus la composition ni les propriétés du suc physiologique (*Cl. Bernard*). Il en est de même si l'on surexcite les nerfs de la glande. Cette observation explique que souvent, à la suite de l'inflammation traumatique ou spontanée de l'organe, on ait recueilli et examiné un suc anormal.

A l'état de repos le pancréas est d'une teinte rose pâle. Il devient

[1] *Mitteil. d. naturf. Ges. in. Zurich*, t. IV, p. 88.

turgescent et rougeâtre pendant sa période d'activité. Son sang veineux est alors rouge clair.

Le tissu pancréatique est alcalin. Sa composition chimique est mal connue. Du reste cet organe se décompose très-rapidement. Il ne suffit pas pour l'obtenir inaltéré, de le laver à l'eau glacée légèrement saline ; il faut l'enlever rapidement à l'animal, le plonger aussitôt dans de l'eau chargée de glycérine, le laver dans ce liquide au moyen d'injections d'eau froide poussées par l'artère principale, et le conserver dans une nouvelle solution de glycérine aqueuse.

Le tissu du pancréas contient chez l'homme, d'après Oidtmann : eau 745 ; matières organiques 246 ; cendres 9 environ pour 1000.

Il existe dans le suc qui imprègne le pancréas de la leucine en quantité plus grande que dans aucune autre glande. Schérer en a extrait jusqu'à 1,77 pour 100 du poids de l'organe frais. A côté d'elle se rencontre une quantité relativement abondante de tyrosine[1] ; de la guanine, 0,122 pour 100 ; de la xanthine, 0,0166 pour 100 de pancréas frais (*Schérer*)[2]. Ces deux dernières substances ne sont pas constantes. On y rencontre encore quelquefois de la butalanine, de l'inosite chez le bœuf (*Cooper-Lane*), de l'acide lactique, des matières albuminoïdes (*albumine*, *caséine*, et une albumine spéciale précipitable par l'alcool et soluble ensuite dans l'eau), enfin des sels. En parlant de la digestion stomacale, nous avons donné d'autres renseignements sur l'extrait aqueux du pancréas, sur les propriétés du suc pancréatique, et sur ses fonctions.

ARTICLE III

FOIE ET BILE

§ 1. — LE FOIE.

Notions histologiques et physiologiques. — Le foie est destiné à sécréter la bile et à faire subir au sang de la veine porte, qui le

[1] STAEDELER et FRERICHS. *Virchow's Archiv*, t. VIII, p. 558.

[2] SCHERER. *Ann. Chem. Pharm.*, t. CVII, p. 514 et t. CXII, p. 251. On n'a pas trouvé de guanine dans les urines des mammifères ; réabsorbée dans le tube digestif, elle se transforme en urée (*Kerner*).

traverse, de notables modifications. Il est formé par la réunion d'un nombre très-considérable de petits organes complets, les lobules du foie, qui ont 2 millimètres de diamètre en moyenne, et sont étroitement unis entre eux par un cloisonnement de tissu conjonctif fourni par la capsule de Glisson.

La structure et les fonctions de tous ces lobules sont les mêmes. Chacun d'eux est formé par la réunion d'un très-grand nombre de petites cellules, de $0^{mm},02$ à $0^{mm},015$ de diamètre, munies d'un noyau et de nucléoles sans membrane extérieure propre, et réunies autour d'un centre commun sous forme de réseau rayonné. Ces rangées de cellules sont maintenues par des fibrilles conjonctives très-ténues, émanées d'un tissu interlobulaire de même nature. Chaque lobule reçoit un rameau de la veine porte qui l'entoure de ses ramuscules et le pénètre de ses capillaires. Ceux-ci convergeant vers le centre, forment le petit vaisseau lobulaire de la veine sus-hépathique qui émerge du lobule, et se réunit aux vaisseaux analogues venus des lobules voisins pour former un des troncs des veines sus-hépatiques ; en outre un rameau de l'artère hépatique va nourrir les divers tissus du lobule sans fournir directement de matériaux à la sécrétion biliaire : c'est l'artère nourricière proprement dite, dont les ramuscules se réunissent ensuite à ceux de la veine porte. Telle est la circulation sanguine du lobule, mais il y existe aussi une circulation propre aux matériaux de la bile. Les racines ou capillaires des vaisseaux biliaires entourent d'une ou plusieurs anses *chaque cellule* hépatique. Ces racines se réunissent en divergeant vers la surface du lobule et forment un riche réseau, d'où partent des troncs interlobulaires qui par leur union vont former enfin le conduit biliaire.

Chaque lobule reçoit en outre des lymphatiques et des nerfs dont les terminaisons sont inconnues.

Ainsi *le sang destiné à être élaboré par l'organe* entre dans le foie par la *veine porte*, qui, recueille tout le sang veineux de l'intestin, sauf celui du rectum ; il sort par les veines sus-hépatiques. Dans ce trajet il a subi l'influence des cellules propres du foie et cédé les matériaux de la bile qui s'écoule par les conduits biliaires. Quant au sang de l'artère hépatique, il est purement nourricier.

Les transformations subies par le sang à son passage dans le foie ont été exposées t. I, p. 541.

Avant d'étudier la bile, disons ce que l'on sait de la composition chimique de l'organe lui-même.

Composition chimique du foie. — On ne connaît encore aucun bon moyen de séparer les cellules hépatiques, masse principale et partie spécifique du foie, des tissus annexes connectifs, vasculaires, sanguins ou biliaires.

La substance hépatique fraîche a une réaction alcaline, après la mort elle s'acidifie. Une partie des acides ainsi produits peut provenir de la transformation partielle en acide lactique du *glycogène* des cellules propres; une autre portion peut être due à la décomposition spontanée de l'hémoglobine.

Le foie privé de sang par des injections d'eau froide poussées par la veine porte, contient de 60 à 70 °/₀ d'eau, et de 40 à 30 °/₀ environ de matières fixes. Ces dernières sont formées de fibrilles conjonctives, élastiques, musculaires lisses, d'un peu de tissu adipeux, de corps protéiques solubles et insolubles, d'une substance gélatineuse, de graisses, de matière glycogène, de sucre de raisin et d'inosite chez le bœuf, de lactates et de sels à acides gras volatils. On y rencontre en outre une série des substances qui paraissent être des produits de désassimilation imparfaitement oxydés: sarcine, xanthine, acide urique, leucine; il n'y existe pas de créatine, de créatinine, ni de tyrosine; on y trouve enfin 1 p. 100 environ de matières minérales diverses, parmi lesquelles des traces de manganèse, de cuivre et de plomb. Ces trois derniers corps ne sont pas constants.

Les cendres du foie ont, d'après Oidtmann, la composition centésimale suivante: potasse, 25,17; soude, 14,47; chaux, 3,02; magnésie, 0,19; oxyde de fer, 2,75; protoxyde de manganèse, 0,10; oxyde de cuivre, 0,05; oxyde de plomb, 0,01; acide phosphorique, 43,57, acide sulfurique, 0,91; acide silicique, 0,27; chlore, 2,50.

La plupart des substances organiques que l'on a trouvées dans le foie entrent certainement dans la composition de la cellule hépatique. Mais peu d'observations ont été directement faites sur celle-ci. On sait seulement qu'elle est formée d'une matière visqueuse parsemée de granulations et qu'elle contient diverses substances albuminoïdes, dont nous allons parler, et de la matière glycogène qui pendant la vie se transforme lentement en dextrine et glucose, grâce peut-être à un ferment spécial. Aussi trouve-t-on

toujours dans le foie, existant sans doute dans la cellule hépatique, une petite quantité de glucose [1], alors même qu'on ne fournit à l'animal ni sucres, ni amidon (*Cl. Bernard*). L'inosite y existe quelquefois et souvent y manque. A côté de ces substances, il faut signaler une petite quantité d'acide lactique et d'acide urique.

Les *matières albuminoïdes* qui entrent dans la composition des cellules hépatiques [2], s'obtiennent de la manière suivante. On enlève complétement le sang, la bile et la lymphe par des injections prolongées d'une solution glacée à 0,75 p. 100 de sel marin tant que le foie reste coloré. Le liquide injecté par la veine porte entraîne le sang, celui qui est introduit par les canaux biliaires, sort par les lymphatiques, et enlève la bile et la lymphe. Le foie est ensuite broyé avec du sable et passé sur une toile ; ses cellules la traversent et forment une liqueur trouble que l'on additionne d'une solution de chlorure de sodium à 0,75 p. 100. Le liquide surnageant est décanté ; il contient diverses substances albuminoïdes :

1° Une albumine se coagulant à 45°, soluble dans le chlorure, le sulfate et le carbonate de sodium, ainsi que dans l'acide acétique. 2° Une matière albuminoïde qui se dissout en présence de la pepsine additionnée d'eau aiguisée de 2 à 4 millièmes d'acide chlorhydrique. 3° Il reste une partie insoluble blanche ou jaunâtre, pulvérulente, contenant du soufre et du phosphore qui a les caractères de la *nucléine* des noyaux des cellules du pus. (Voir II° Partie.)

Si sur les cellules épuisées par le sel à 0,75 p. 100, on fait agir alors le sel marin à 10 p. 100, on en sépare une albumine coagulable à 75°, précipitable par un excès d'eau ou de sel, substance qui paraît très-analogue ou identique à la *myosine*. Enfin, ces cellules traitées par les solutions de carbonate de sodium ou d'acide chlorhydrique, leur abandonnent encore des matières protéiques peptogènes.

On trouve aussi dans la cellule hépatique, surtout chez les animaux

[1] On en trouve beaucoup chez l'oiseau, l'homme, le porc, le chien, le bœuf, le cheval ; beaucoup moins chez les reptiles. Les foies de raies et d'anguilles n'en contiennent pas. Dans le foie de deux suppliciés de 43 et 22 ans et dans celui d'un homme mort d'un coup de fusil, Cl. Bernard a trouvé 1gr,79, 2gr,14 et 1gr,10 de glucose p. 100 de foie frais. Toutefois, suivant Eulenburg, le foie des animaux qui viennent d'être tués ne contiendrait que de la matière glycogène et pas de sucre. *Berlin. Klin. Wocherschrift*, n° 41.

[2] *Arch. f. d. gesammte. Physiologie*, t. VII, p. 371.

maux gras, une certaine proportion de granulations graisseuses qui peuvent se résorber ou envahir au contraire la cellule tout entière et produire dans ce dernier cas cet état auquel on donne le nom de *foie gras*. Ce phénomène est constant chez les femelles en lactation. La graisse se dépose alors en abondance autour de la veine centrale du lobule dans les cellules qui sont groupées autour d'elle[1].

La cellule hépatique contient enfin, normalement, un petit nombre, et pathologiquement, un nombre très-grand de petites granulations, quelquefois de petits cristaux bruns ou brun jaunâtre, constitués chimiquement par les matières colorantes de la bile.

L'analyse du foie d'un jeune homme mort à la suite d'une chute a donné à Bibra les nombres suivants : Eau, 761,7 ; tissus insolubles, 94,4 ; albumine, 24,0 ; matière collagène, 33,7 ; matières extractives, 60,7 ; graisses, 25,0[2]. Le même auteur a trouvé chez le bœuf : Eau, 719,2 ; tissus insolubles, 112,9 ; albumine, 23,5 ; matières collagènes, 62,5 ; matières extractives, 49,1 ; graisses, 32,8.

Oidtmann, chez un fou de 58 ans, dont le foie pesait 1485 gr. a obtenu pour 1000 parties : Eau, 740,31 ; matières organiques, 248,66 ; matières inorganiques, 11,03. Ces dernières étaient composées de : chlore, 0,285 ; acide phosphorique, 5,535 ; acide sulfurique, 0,102 ; acide silicique, 0,30 ; potasse, 2,783 ; soude, 1,601 ; chaux, 0,399 ; magnésie, 0,025 ; oxyde de fer, 0,303 ; oxyde de manganèse, 0,011 ; oxyde de cuivre, 0,006 ; oxyde de plomb, 0,001.

A propos des différentes matières que l'on a retirées du foie, quelques remarques sont nécessaires.

La leucine, découverte dans le foie par Frerichs et Staedeler, y existe pendant la vie, mais augmente beaucoup après la mort et surtout pendant la putréfaction. Dans les atrophies aiguës du foie elle devient surabondante ; on en trouve alors également dans l'urine.

La tyrosine n'a jamais été rencontrée dans les foies normaux. Il en est de même de la cystine et peut-être de l'urée, quoique

[1] Ranvier, *Soc. biolog.*, avril 1872 et de Sinety, *Thèses de Paris*, 1872, n° 28.

[2] A l'état normal, les graisses varient de 2,4 à 4 p. 100, en moyenne 3 p. 100. Chez le fœtus le foie est surchargée de graisse.

Heynsius prétende avoir obtenu des quantités très-notables de cette dernière substance dans la glande hépatique pendant la digestion.

L'acide urique existe normalement dans le foie à côté de la sarcine et de la xanthine ; le foie de bœuf fournit moyennement 0,024 °/$_0$ de cette dernière substance.

Le foie contient toujours une petite quantité de corps gras mal connus, en partie solubles dans l'alcool, en partie dans l'éther, mélangés d'un peu de matière colorante brune et de cholestérine. Les foies gras donnent de 2,5 à 17 °/$_0$ de matières grasses (*Frerichs*).

Il nous reste à faire l'histoire spéciale de la *matière glycogène*.

Matière glycogène.

Cette substance, à laquelle on a donné aussi les noms de *zoamyline*, d'*hépatine*, etc., a été découverte en 1856 dans le foie par Cl. Bernard[1] et un peu après par Hensen[2]. On la trouve dans le foie des mammifères, des oiseaux, des poissons, des reptiles, des mollusques, des crustacés. Elle existe dans le placenta[3] et dans beaucoup de tissus de l'embryon, entre autres dans le poumon, les cartilages d'ossification, l'épiderme, le tissu musculaire d'où elle disparaît rapidement après la naissance[4]. On la trouve dans la cicatricule de l'œuf d'oiseau. Elle s'accumule chez les animaux pendant le sommeil hibernal, et dans les muscles laissés au repos absolu.

Le glycogène existe dans les cellules hépatiques sous forme de fines granulations. D'après Cl. Bernard, on peut l'obtenir de la façon suivante : Le foie d'un animal jeune et bien portant est découpé rapidement en petits morceaux et broyé dans un mortier de métal maintenu à 100° dans un bain de sable. La pulpe est aussitôt jetée dans 20 fois son poids d'eau bouillante acidulée par l'acide acétique. L'ébullition ayant été maintenue 10 minutes, on filtre, et l'on traite la masse insoluble par de nouvelle eau ; on

[1] *Compt. rend. acad. sc.*, t. XLI, p. 461 — t. XLIV, p. 578 et 1325 — t. XLVIII, p. 77, 763 et 884.
[2] *Würzb. médic. Verhandl*, t. VII, p. 219.
[3] *Compt. rend.*, t. XLVII, p. 77.
[4] Voir Kekulé. *Chem. Centr.*, 1858, p. 300, Dans les muscles du fœtus de veau âgé de 3 à 6 mois, on trouve jusqu'à 20 et 50 p. 100 de glycogène.

répète l'opération précédente tant que le liquide filtré reste opalescent. Les liqueurs sont alors réduites par l'ébullition (et mieux encore à basse pression) ; quand elles sont suffisamment concentrées, on les additionne de 5 à 6 fois leur volume d'alcool. Il se sépare ainsi des flocons jaunâtres de glycogène impur. Ceux-ci sont mis à bouillir une heure environ avec une lessive faible de potasse pour en séparer un peu de gélatine ; on neutralise ensuite par l'acide acétique et on ajoute de l'alcool. Le précipité qui se produit est alors lavé à l'alcool de plus en plus fort, puis à l'éther et enfin séché dans le vide.

On obtient ainsi le glycogène sous forme d'une poudre légère, blanche, amorphe, neutre, d'un goût rappelant celui de l'amidon. Sa composition $C^6H^{10}O^5$ répond à la formule de cette dernière substance[1]. Quand il a été séché à 100°, il dévie à droite le plan de la lumière polarisée trois fois autant que le glucose.

La quantité de glycogène contenu dans le foie est très-variable avec le mode d'alimentation. Chez des chiens exclusivement nourris de viande, le foie calculé à l'état sec fournit 7,19 p. 100 de glycogène ; chez ceux qui ont été soumis à l'alimentation purement végétale, il en contient moyennement 17,2 p. 100 et dans ce cas le poids de cet organe peut doubler. Ce poids diminue au contraire avec une nourriture fortement sucrée ; le glycogène forme alors 14,50 °/₀ du poids de l'organe[2].

La quantité de glycogène varie normalement entre 1,5 à 2,5 p. 100 du poids total du tissu hépatique frais.

Le glycogène forme avec l'eau ou l'alcool, une demi-solution opalescente. D'après Hensen, l'alcool le dissoudrait un peu. Le charbon animal le précipite (*Cl. Bernard*).

L'eau d'iode colore ses solutions en violet ou brun rouge ; rarement en bleu.

Tous les agents capables de transformer l'amidon en dextrine et en sucre agissent de la même manière sur le glycogène. Ainsi l'action prolongée de l'eau bouillante, les acides étendus, le ferment salivaire, la diastase, le tissu du foie et du pancréas, le sé-

[1] C'est la formule de Cl. Bernard, de Gorup-Besanèz (*Rep. chim pure*, t. IV, p. 29 et *Ann. chem. pharm.*, t. CXVIII, p. 227) et de Kekulé (*loc. cit*). Toutefois E. Pelouze lui attribue les formules $C^6H^{12}O^6$ et $C^6H^{14}O^7$ (*Compt. rend. acad. sc.*, t. XLIV, 1321.

[2] F. W. Pavy. *Proc. Roy. Soc.*, t. X, p. 528 et t. XI, p. 99.— Suivant Titschanowitsch, *la nature* elle-même du glycogène varierait avec l'alimentation. Voyez *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 340.

rum du sang, forment aux dépens du glycogène de la dextrine et du glucose *identique* avec le sucre de raisin (*Berthelot et de Luca*).

L'hydrate de potasse n'altère pas le glycogène, même à chaud, mais il fait disparaître l'opalescence de ses solutions, et leur donne la propriété de dissoudre de l'oxyde de cuivre qui les colore en bleu sans être réduit.

On ne saurait douter que le glycogène se transforme en sucre dans le foie, ou tout au moins que cette substance, étant entraînée par le sang qui circule dans cet organe, ne se change rapidement en glucose dans les vaisseaux. Le sang de la veine porte donne à peine des traces de cette dernière substance, celui des veines sus-hépatiques en contient toujours au contraire une quantité notable. Il suffit, du reste, d'injecter de l'eau par la veine porte pour enlever peu à peu au foie tout le glycogène qu'il contient. Que la cellule hépatique fabrique directement du sucre ou bien qu'elle produise de la matière glycogène seulement, le résultat restera toujours le même; du sucre est sans cesse fourni par le foie à l'économie. Cette observation nous paraît ne laisser qu'une importance purement relative et théorique aux observations d'ailleurs très-intéressantes de W. Pavy (*loc. cit.*) et de quelques autres physiologistes. D'après ces auteurs, le foie ne contiendrait pas de sucre pendant la vie, et ce corps dériverait d'une fermentation du glycogène *post-mortem*, fermentation que l'on peut empêcher par le froid, par la chaleur, les acides, les alcalis. On ne saurait, du reste, douter qu'après la mort il ne se passe dans la cellule hépatique une altération du glycogène qui transforme d'abord cette substance en sucre, et vraisemblablement ensuite en acide lactique, qu'on retrouve toujours dans le foie que l'on a conservé quelque temps.

La matière glycogène se produit dans le foie, au moins en partie, aux dépens des matières albuminoïdes. Cl. Bernard a fait voir qu'on trouvait toujours du sucre dans le sang des veines sus-hépatiques des chiens exclusivement nourris de viande, tandis que celui de la veine porte en contenait une trace à peine. Cette observation, confirmée par Lehmann[1], répond à l'objection que la matière musculaire contient un peu de sucre tout formé. Toute-

[1] *Compt. rend.*, t. XL, p. 228.

fois, dans les conditions habituelles de l'alimentation mixte, une partie du glycogène a pour origine les hydrates de carbone dont l'ingestion augmente beaucoup dans le foie le poids de cette substance et du sucre qui en dérive[1].

Le glycogène, dans le foie comme dans le placenta, dans les glandes, dans les muscles et l'épiderme du fœtus, comme l'inosite dans les muscles de l'adulte, peut donc dériver du dédoublement de certaines matières albuminoïdes, mais nous pensons que ce serait faire une hypothèse mal fondée que d'admettre aujourd'hui que la production du glycogène est chez l'adulte une fonction exclusivement dévolue aux cellules hépatiques. Toutefois chez le fœtus, à mesure que le foie se développe, la substance glycogène s'y localise et disparaît des autres organes[2].

§ 2. — LA BILE EN GÉNÉRAL.

La bile sécrétée par les cellules propres du foie, coule dans le duodénum par les canaux hépatiques et cholédoques, ou bien s'emmagasine dans la vésicule du fiel par le conduit cystique. greffé sur les canaux précédents

La sécrétion de la bile est continue. L'homme produit, en 24 heures, de 1000 à 1700 grammes de ce liquide ; en moyenne 22 grammes par kilo ; le chien en fournit de 10 à 40 grammes pour le même poids ; le lapin 130 grammes. D'ailleurs le mode d'alimentation influe beaucoup à la fois sur la quantité et sur la composition de la bile. Celle-ci augmente par une forte injestion d'un liquide aqueux, par une alimentation riche en graisse et en viande ; au contraire une nourriture exclusivement composée de l'une ou de l'autre de ces deux substances tend à diminuer la production de la bile.

La sécrétion biliaire s'active 2 heures après le repas, continue à augmenter pendant 5 à 7 heures encore, et diminue ensuite[3].

[1] Voir Harley. *Proc. Roy. Soc.*, t. X, p. 297.

[2] Voir Cl. Bernard, *J. physiolog.* t. II, p. 31 et Rouget, *id.*, t. II, p. 83.

On connait quelques autres substances d'origine animale qui se rapprochent beaucoup de la matière glycogène. telle est la zoamyline épidermique de Rouget et la matière que Gottlieb (*Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. LXXV, p. 5), a trouvé dans un infusoire l'*Euglena viridis* et qu'il a nommée *paramylon*. Elle a la forme de petits grains et la composition de l'amidon, mais non ses réactions. La tunicine du manteau des *tuniciens et des ascidiens* se rapproche davantage de la cellulose.

[3] Voir à propos de la digestion, t. I, p. 410, le role physiologique de la bile.

Propriétés physiques[1]. — La bile, lorqu'elle sort du foie, est un liquide clair, un peu sirupeux, mais non visqueux ; sa couleur est verdâtre chez l'herbivore, brune chez le carnivore. Sa saveur est amère avec un léger goût sucré. Son odeur, presque nulle quand elle est fraiche, rappelle légèrement le musc.

La densité de la bile varie chez l'homme de 1,020 à 1,035.

La bile de bœuf récente donne dans le spectre une raie située entre D et E, mais plus près de D; après quelque temps, la matière colorante s'altère, la bile devient dichroïque, verte en minces couches, rouge en couches plus épaisses, et fournit alors quatre bandes, la première entre les raies B et C, un peu en avant de C, la seconde avant D, la troisième après D, la quatrième en avant de la raie E du spectre de Frauenhoffer.

En séjournant dans la vésicule du fiel, la bile se concentre, brunit et se charge de mucosités qui la rendent filante.

Recueillie par les conduits hépatiques, la bile n'offre ni granulations, ni gouttes de graisse, à peine quelques cellules d'épithélium cylindrique provenant des canaux qu'elle parcourt, mais pas de cellules hépatiques. Elle s'altère très-rapidement à l'air et présente dès lors des gouttelettes de corps gras et des granulations grisâtres libres ou réunies entre elles.

Propriétés chimiques. — La bile est un liquide alcalin, chez les herbivores, légèrement acide, chez les carnivores, quand elle a été recueillie dans la vésicule du fiel (*Cl. Bernard*). Quand elle n'a pas séjourné dans cette vésicule, elle se dissout à peu près entièrement dans l'eau, mais ces solutions, incoagulables par la chaleur, sont difficilement filtrables ; elles moussent quand on les agite à l'air. La bile de la vésicule biliaire, recueillie sans presser ce réservoir, contient chez l'homme de 0,14 à 0,25 p. 100 de mucus que l'on peut séparer en ajoutant un peu d'eau légèrement acidulée par l'acide acétique.

Composition. — La bile, privée de son mucus laisse, quand on l'évapore, un résidu sec qui chez l'homme forme de 9 à 18 p. 100, chez le bœuf 8 à 11 p. 100, chez le cochon 10 à 11 p. 100, chez le chien et le chat 5 à 6 p. 100, chez le mouton 5,5 p. 100 du poids de la bile fraiche. Du reste le poids du résidu fixe augmente

[1] Outre les auteurs cités dans le courant de l'article, voir Cl. Bernard, *Leçons de hysiol. expér.*, t. II, p. 422. Gorup-Bésanez, *Chimie physiologique* [2], p. 464.

à mesure que la bile séjourne plus longtemps dans la vésicule du fiel.

Les substances qui forment le résidu que laisse par son évaporation la bile de la plupart des mammifères sont : 1° des sels de soude et de potasse à acides résineux ; 2° des matières colorantes ; 3° de la cholestérine et des graisses ; 4° des sels minéraux. La bile contient en outre quelques gaz.

Les *sels à acides biliaires* sont formés chez l'homme et la plupart des autres animaux, d'un mélange de taurocholate et de glycocholate de soude. L'acide taurocholique répond à la formule $C^{26}H^{45}AzSO^7$ et le taurocholate de soude à la composition $C^{26}H^{44}NaAzSO^7$. L'acide glycocholique a pour formule $C^{26}H^{43}AzO^6$ et le glycocholate de soude $C^{26}H^{42}NaAzO^6$. Ces deux acides et leurs sels, ont la propriété de se dédoubler en fixant de l'eau, le premier donne ainsi de la taurine $C^2H^7AzO^3$ et de l'acide cholalique $C^{24}H^{40}O^5$; le second donne du glycocolle $C^2H^5AzO^2$ et de l'acide cholalique.

Les taurocholates alcalins, cités jusqu'ici comme prédominants dans la bile d'homme, paraissent au contraire, d'après un récent travail de Jacobsen, être très-variables, et souvent même ne pas y exister[1] ; la bile de bœuf est surtout riche en glycocholates. La bile de chien ne contient que du taurocholate de soude ; celle de mouton ne fournit presque exclusivement que ce sel mélangé à un peu de glycocholates. On a trouvé dans la bile de porc, d'oie et de divers reptiles quelques autres acides biliaires (*acides hyocholalique, chenocholalique, batracholalique*), mais tous ces acides donnent par leur dédoublement, avec hydratation, sous l'influence des acides et des bases, du glycocolle ou de la taurine, en même temps qu'un acide résineux, exempt de soufre et d'azote, très-analogue à l'acide cholalique. (Voir § suivant.)

Les sels à acides biliaires forment de 55 à 70 p. 100 du poids du résidu fixe de la bile. Ils deviennent libres lorsque celle-ci se putréfie.

Les *matières colorantes de la bile* sont des combinaisons de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote qui, par leur composition et leurs propriétés, se raprochent beaucoup de l'hématine, elle-même dérivée de l'hémoglobine. Elles ne se trouvent qu'en

[1] Jacobsen. *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p 84.

très-petite quantité dans la bile, et se précipitent ou s'altèrent quand celle-ci se putréfie.

Ces pigments jouent chimiquement le rôle d'acides faibles. On les retrouve en partie transformées dans le tube digestif.

La *cholestérine et les matières grasses* forment chez l'homme de 26 à 30 p. 100 du poids du résidu fixe laissé par la bile. Ces substances apparaissent surtout lors de la décomposition spontanée de cette humeur. La première est dissoute à la faveur du taurocholate de soude. On en trouve de 1 à 2 millièmes dans la bile ; quand la cholestérine devient trop abondante elle forme les calculs biliaires les plus ordinaires. On fera l'étude particulière de cette substance à propos de la matière nerveuse dont elle est un produit de désassimilation.

On trouve d'après A. Flint[1] 1,6 de cholestérine dans 100 de bile d'homme ; 1,00 dans la même quantité de bile de bœuf. Les graisses y existent surtout à l'état de savons alcalins.

D'*autres substances organiques* se rencontrent aussi dans la bile : la *lécithine* $C^{44}H^{90}AzPO^9$ et la *choline ou nevrine*[2] $C^5H^{15}Az^2O$ base alcaline qui en dérive. Ces deux produits seront décrits à propos de la *substance nerveuse* qui les fournit aussi par sa décomposition. L'acide phosphoglycérique n'a pas été recherché dans la bile quoique son existence y soit très-probable. On y a signalé les acides gras et l'acide sarcolactique. Mais tous ces corps résultent de l'altération de la bile en dehors de l'économie. Enfin l'urée paraît y exister d'une manière constante[3]; et Cyon a annoncé qu'elle se forme dans le sang que l'on fait artificiellement couler à plusieurs reprises à travers le foie.

Les *matières minérales* de la bile forment chez l'homme 6 p. 100, chez le bœuf 12,7 p. 100, chez le mouton 11,8 p. 100, chez le cochon 13,6 p. 100 du poids du résidu sec. Elles sont formées surtout par du chlorure de sodium et de potassium mêlés d'un peu de carbonates et de phosphates alcalins, de phosphates terreux, de traces de fer et de manganèse, de cuivre et de silice. Les sulfates que l'on trouve dans les cendres de la bile sont en partie dus à l'oxydation du soufre de la taurine.

[1] *Recherches sur une nouvelle fonction du foie*, p. 18 (1868).

[2] Gobley. *Journ. de pharm.* t. XXX, p. 244 et Strecker. *Rep. chim. pure*, t. III, p. 345. — Pour la choline, voir *Bull. Soc. chim.* (1863), p. 159.

[3] O. Popp. dans *Bull. Soc. chim.*, t. XV, p. 142.

Voici du reste une analyse des cendres de bile de bœuf due à Weidenbusch. 100 parties contenaient : Chlorure de sodium 27,70; potasse 4,8 ; soude 36,73 ; chaux 1,43; magnésie 0,53; oxyde de fer 0,23; oxyde de manganèse 0,12; acide phosphorique 10,45; acide sulfurique 6,39; acide carbonique 11,26; silice 0.36[1].

Jacobsen (*loc. cit.*) a trouvé 37,62 de cendres dans la bile desséchée d'un homme vigoureux atteint de fistule biliaire. Ces cendres contenaient pour 100; chlorure de potassium 3,39; chlorure de sodium 65,16; carbonate de soude 11,16; phosphate trisodique 15,90; phosphate tricalcique 4,44. Dans certains cas le même auteur a signalé dans la bile des sulfates en quantité assez notable. Il y a trouvé en outre des traces de fer, de silice, de magnésie, et trois fois un peu de cuivre.

Les *gaz* extraits de la bile sont formés surtout d'acide carbonique mêlé d'une trace d'oxygène et d'azote. De cet acide une partie se dégage par l'action seule du vide, l'autre ne peut être mise en liberté que par l'addition des acides. Bogoljubow a obtenu des chiffres très-variables dans ses analyses et reconnu que la bile fournit d'autant plus de gaz qu'elle est plus récente. Pour la bile de chien, il a trouvé que l'acide carbonique libre était égal dans trois expériences successives au cinquième, au tiers et à un peu moins des deux tiers, du volume de l'acide combiné. La quantité absolue de gaz varie avec l'alimentation et augmente quand celle-ci devient plus substantielle.

Pflüger a extrait de 100 parties de bile de chien les volumes de gaz suivants ramenés à 0 et à 1 mètre de pression :

Acide carbonique dégagé par le vide seul.	14.4
Acide carbonique dégagé après addition d'acide phosphorique.	41.7
Oxygène.	0.2
Azote.	0.4

Les analyses de la bile normale que nous donnons ici sont empruntées au *Traité de chimie physiologique*, de Gorup-Bésanez 2[e] édit. p. 472.

[1] Weidenbusch. *Poggend. Ann*, t. LXXVI, p. 389.

ANALYSE IMMÉDIATE DE 1000 PARTIES DE BILE.

PRINCIPES IMMÉDIATS	HOMME DE 18 ANS MORT D'UNE CHUTE (*Frerichs*)	HOMME DE 25 ANS BLESSURES (*Frerichs.*)	FEMME DE 25 ANS DÉCAPITÉE (*Gorup-Bésanez*)	HOMME DE 68 ANS MORT D'UNE CHUTE (*Gorup-Bésanez*)	ENFANT DE 12 ANS MORT DE BLESSURES (*Gorup-Bésanez*)	BILE DE BŒUF (*Berzelius*)	BILE DE PORC (*Gundelach et Strecker*)	BILE D'OIE (*Marsson*)
Eau.	860 0	859.2	898.1	908.7	828.1	904.4	888.0	800.2
Acides biliaires combinés aux bases.	72.2	91.4	56.5				87.8	170.1
Matières grasses. .	3.2	9.2	30.9	73.7	148.0	80.0	22.3	3.6
Cholestérine.. . .	1.6	2.6						
Mucus et matières colorantes.. . .	26.6	29.8	14.5	17.6	23.9	3.0	5.9	25.6
Sels minéraux.. .	6.5	7.7	6.3	?	?	12.5	?	?

La bile des hommes adultes paraît en général plus pauvre en eau et en graisses, plus riche en acides biliaires, matière colorantes, mucus et sels minéraux que celle des femmes et des enfants. Jacobsen a trouvé dans l'extrait éthéré, formant les 314 dix-millièmes du poids de la bile sèche, 2,5 °/₀ de cholestérine, 0,44 de graisses 0,21 de lecithine. L'extrait alcoolique contenait 44,8 de glycocholate de sodium et 6,4 de palmitate et de stéarate de sodium.

La nuit, la bile sécrétée semble un peu plus chargée de substances fixes que celle qni se produit pendant le jour.

La bile la plus riche en matières dissoutes est celle qui se forme sous l'influence d'un repas de viande copieux. L'eau, les aliments végétaux, le pain, la rendent plus aqueuse.

Production des principes de la bile. — Les sels à acides biliaires ne se rencontrent pas dans le sang; il faut donc admettre qu'ils se forment dans les cellules hépatiques. La taürine, le glycocolle, et l'acide cholalique, c'est-à-dire les produits du dédoublement des acides biliaires, ne se trouvent pas dans la bile fraîche. On est donc amené à penser que les acides biliaires principaux, *acides taurocholique et glycocholique*, sont des produits directs de la désassimilation des matériaux du sang, et très-probablement de l'une de ses matières albuminoïdes, peut être de la fibrine qui disparaît presque entièremeut dans les veines sus-hépatiques. D'un autre côté le poids des globules rouges humides augmente dans le sang qui a traversé le foie, tandis que celui du fer *diminue*; une certaine proportion de la matière colo-

rante des globules a donc disparu pendant le trajet du sang à travers la glande. Nous trouvons deux de ses dérivés prochains, la bilirubine et les acides gras, parmi les matériaux de la bile. On sait en effet que l'hémoglobine, en se dédoublant, donne à la fois de l'hématine, des acides gras, et des matières albuminoïdes spéciales ; or il existe entre la bilirubine, principale substance colorante de la bile, et l'hématine, une relation très-simple indiquée par l'équation suivante :

$$\underset{\text{Hématine.}}{C^{96}H^{102}Az^{12}Fe^{3}O^{18}} + 3H^{2}O = 6\,(\underset{\text{Bilirubine.}}{C^{16}H^{18}Az^{2}O^{3}}) + 3FeO$$

On verra du reste plus loin qu'on a trouvé tout formé un des homologues de la bilirubine dans les anciens foyers hémorrhagiques.

Quant aux acides gras, dérivés aussi de la décomposition de l'hémoglobine, on les retrouve à l'état de graisses dans les cellules hépatiques et dans la bile.

§ 3. — SELS A ACIDES BILIAIRES.

On a dit que la bile de la plupart des animaux contient des sels alcalins dont les acides sont caractérisés par la propriété de se dédoubler en un corps exempt de soufre et d'azote, l'acide cholalique, $C^{24}H^{40}O^{5}$, ou un acide analogue un peu variable pour la bile de diverses espèces animales, et en un autre produit qui est le glycocolle $C^{2}H^{5}AzO^{2}$, ou la taurine $C^{2}H^{7}AzSO^{3}$, suivant l'acide que l'on considère.

La bile humaine contient

L'acide taurocholique. . . $C^{26}H^{45}AzSO^{7}$

et

L'acide glycocholique. . . $C^{26}H^{43}AzO^{6}$

qui se dédoublent, par leur hydratation sous l'influence des alcalis, l'acide taurocholique en acide cholalique et taurine, l'acide glycocholique en acide cholalique et glycocolle suivant les deux équations :

$$\underset{\text{Acide taurocholique}}{C^{26}H^{45}AzSO^{7}} + H^{2}O = \underset{\text{Acide cholalique.}}{C^{24}H^{40}O^{5}} + \underset{\text{Taurine.}}{C^{2}H^{7}AzSO^{3}}$$

$$\underset{\text{Acide glycocolique.}}{C^{26}H^{43}AzO^{6}} + H^{2}O = \underset{\text{Acide cholalique.}}{C^{24}H^{40}O^{5}} + \underset{\text{Glycocolle.}}{C^{2}H^{5}AzO^{2}}$$

Un autre acide, *l'acide hyocholique* $C^{27}H^{43}AzO^{5}$ est contenu dans la bile de porc. Il donne par son hydratation du glycocolle et de l'acide hyocholalique

$$\underset{\text{Acide hyocholique.}}{C^{27}H^{43}AzO^{5}} + H^{2}O = \underset{\text{Acide hyocholalique.}}{C^{25}H^{40}O^{4}} + \underset{\text{Glycocolle.}}{C^{2}H^{5}AzO^{2}}$$

Dans la bile d'oie on trouve *l'acide chénotaurocholique* $C^{29}H^{49}AzSO^{6}$ qui se dédouble en taurine et acide chénocholalique :

$$\underset{\text{Acide chénotaurocholique.}}{C^{29}H^{49}AzSO^{6}} + H^{2}O = \underset{\text{Acide chénocholalique.}}{C^{27}H^{44}O^{4}} + \underset{\text{Taurine.}}{C^{2}H^{7}AzSO^{3}}$$

La *taurine*, comme nous le verrons plus bas, est l'amide de l'acide iséthionique ; le *glycocolle* n'est autre que la glycolamide,

$$\left.\begin{matrix} C^{2}H^{2}O.OH \\ H^{2} \end{matrix}\right\} Az \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} CH^{2}.AzH^{2} \\ | \\ CO.OH \end{matrix}$$

ou bien encore c'est de l'acide acétique, dans lequel un atome d'hydrogène de l'acétyle a été remplacé par de l'amidogène AzH^{2}.

Quant aux acides cholalique et à ses analogues, ce sont des acides facilement résinifiables, dont la constitution est encore mal déterminée.

De tous les acides contenus dans les diverses biles il nous importe de connaître plus spécialement les acides taurocholique et glycocholique qui se rencontrent dans la bile humaine. Nous allons donc les étudier ici successivement.

Acide taurocholique. — $C^{26}H^{45}AzSO^{7}$.

L'acide taurocholique ou *choléïque*, est le seul acide biliaire spécial de la bile de chien; il existe aussi, souvent même abondamment, dans la bile d'homme. On peut donc le préparer avec l'une ou l'autre de ces biles ; mais on peut encore l'extraire de la bile de bœuf (voy. plus loin *Acide glycocholique*).

Pour l'obtenir, on prend de la bile de chien, on l'additionne de noir animal et d'alcool, on agite, on laisse déposer, on décante et l'on filtre. La partie claire est évaporée, et son résidu repris par un peu d'alcool absolu chaud ; on filtre de nouveau et l'on ajoute de l'éther jusqu'à l'apparition d'un trouble. La liqueur étant aban-

donnée à elle-même, il s'y forme peu à peu un précipité qui devient cristallin. Ces cristaux, dissous dans l'eau, sont traités par l'acétate de plomb ammoniacal, et le précipité délayé dans l'alcool, est décomposé par l'hydrogène sulfuré. L'acide taurocholique étant ainsi mis en liberté, on n'a plus, pour l'isoler, qu'à évaporer la liqueur à basse température.

. L'acide taurocholique ne cristallise pas, c'est un sirop très-acide, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Le taurocholate de soude, en solution alcoolique, jouit d'un pouvoir rotatoire de + 24°,5. Les *taurocholates* alcalins $C^{26}H^{44}R'AzSO^7$ sont neutres et très-solubles dans l'eau et l'alcool; leur saveur est sucrée, puis amère. Les sels d'argent, de chaux, de baryte, de magnésie, de plomb, ne les précipitent pas. Le dédoublement des taurocholates par les bases ou les acides en taurine et acide cholalique se fait avec facilité, et se produit toujours pendant la putréfaction de la bile.

Mêlés d'acide sulfurique et de sucre, les taurocholates donnent la belle coloration rouge des acides biliaires (voir plus bas, § 4.)

Acide glycocholique. — $C^{26}H^{43}AzO^6$.

Le sel de soude de l'acide glycocholique, ou *cholique*, se trouve en petite quantité dans la bile de l'homme, mais il existe principalement dans la bile des herbivores et dans leurs excréments. L'acide glycocholique se prépare comme il suit :

La bile de bœuf, privée de mucus par l'alcool, est concentrée au quart de son volume, broyée avec du noir animal et desséchée au-dessous de 100°. On met ce résidu à digérer avec de l'alcool concentré. Au bout de quelques jours on décante et on ajoute de l'éther. Il se forme ainsi un précipité qui cristallise : c'est la *bile cristallisée* de Platner. Ces cristaux, repris par l'eau, fournissent par l'acétate neutre de plomb un précipité de glycocholate de plomb. Les eaux mères contiennent le taurocholate qu'on précipite par l'acétate basique de plomb si l'on veut recueillir ce dernier acide : on suit dans ce cas la marche que nous avons indiquée ci-dessus.

Quant au glycocholate de plomb, il est lavé, dissous dans l'alcool, et décomposé par l'hydrogène sulfuré ; la liqueur filtrée et additionnée d'eau, donne un précipité d'acide glycocholique cristallin.

Ce corps se dissout un peu dans l'eau froide (3 parties p. 1000);

il est très-soluble dans l'alcool concentré, et presque insoluble dans l'éther. Sa saveur est un peu amère. Il dévie à droite la lumière polarisée. En solution alcoolique son pouvoir rotatoire pour la ligne D, de Frauenhoffer est de + 29°.

L'acide glycocholique déplace l'acide carbonique des carbonates.

A chaud, les bases et les acides étendus dédoublent peu à peu l'acide glycocholique en glycocolle et en acide cholalique. Il se forme en même temps des produits qui diffèrent de l'acide cholalique par les éléments de l'eau. Ce sont : l'*acide choloïdique*[1] $C^{24}H^{38}O^4$, et la *dyslysine* $C^{24}H^{36}O^5$.

Les glycocholates $C^{26}H^{42}\acute{R}AzO^6$ ont une saveur sucrée et amère; ils sont presque tous solubles dans l'eau et dans l'alcool ; il faut en excepter les sels de plomb et d'argent. Traités par l'acide sulfurique et le sucre, ils donnent une belle couleur pourpre. (Voir p. 110.)

Acide cholalique ou *cholique*. — $C^{24}H^{40}O^5$.

Cet acide est le produit constant du dédoublement des deux acides taurocholique et glycocholique précédents. On le prépare en faisant bouillir avec de l'hydrate de baryte, durant plusieurs heures, la bile de bœuf cristallisée. On ajoute ensuite beaucoup d'acide chlorhydrique, qui sépare l'acide cholalique à l'état impur. On le lave, on le redissout dans la soude, et on le reprécipite de nouveau par l'acide chlorhydrique. Le dépôt formé étant recouvert d'éther cristallise peu à peu. On l'égoutte et on le redissout dans l'alcool chaud, puis on ajoute de l'eau jusqu'à ce qu'il se forme un trouble persistant. Par le refroidissement on obtient de l'acide cholalique cristallisé en tétraèdres. Il existe dans la bile putréfiée.

Ce corps est insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'éther, très-difficilement dans l'alcool. Il dévie à droite le plan de polarisation. Uni à la soude et dissous dans l'alcool, son pouvoir rotatoire est de + 27°,6.

Les cholalates alcalins sont solubles dans l'alcool ; leur saveur est sucrée et un peu amère. Ils répondent à la formule générale $C^{24}H^{39}R'O^5$. Cet acide est monobasique et diatomique (*Baumstark*).

L'ébullition prolongée avec les acides, ou une température

[1] Cet acide ne serait, d'après Hoppe-Seyler, qu'un mélange d'acide cholalique, d'acide cholonique $C^{26}H^{41}AzO^5$, de dyslysine et d'acides glycocholique et taurocholique (*Journ. für prakt Chem.*, t. LXXXIX, p. 85).

maintenue à 200°, fait perdre deux molécules d'eau à l'acide cholalique et le transforme en dyslysine :

$$\underset{\text{Acide cholalique.}}{C^{24}H^{40}O^{5}} = 2H^{2}O + \underset{\text{Dyslysine.}}{C^{24}H^{36}O^{3}}$$

L'ammoniaque alcoolique transforme à 120° le cholalate d'éthyle en cholamide $C^{24}H^{39}(AzH^{2})O^{4}$, résine insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther[1].

Par l'acide sulfurique mêlé de sucre, l'acide cholalique donne la belle coloration rouge pourpre de Pettenkoffer.

Dyslysine. — $C^{24}H^{36}O^{3}$.

Ce corps, qui dérive de l'acide cholalique, et par conséquent des acides biliaires, comme il a été dit ci-dessus, se retrouve aussi dans les excréments. Il suffit pour le préparer de faire bouillir pendant 24 heures, avec un excès d'acide chlorhydrique, la bile de bœuf cristallisée, de laver à l'eau puis à l'alcool bouillant la masse résineuse qui se sépare, de dissoudre le résidu dans l'éther, et de précipiter cette solution par l'alcool. On obtient ainsi la dyslysine sous forme d'une masse amorphe à peine jaunâtre, insoluble dans l'eau et l'alcool, dans les acides et dans les alcalis. L'éther la dissout un peu. Cette substance fond à 140°.

L'ébullition avec une solution alcoolique de potasse transforme la dyslysine en cholalate :

$$\underset{\text{Dyslysine.}}{C^{24}H^{36}O^{3}} + H^{2}O + KHO = \underset{\text{Cholalate de potasse.}}{C^{24}H^{39}KO^{5}}$$

Taurine. — $C^{2}H^{7}AzSO^{3}$.

Cette substance, obtenue pour la première fois par L. Gmelin en 1826, dérive du dédoublement de l'acide taurocholique comme il a été dit ci-dessus. Elle peut se préparer de la façon suivante :

La bile de bœuf étant mêlée d'acide chlorhydrique donne un précipité que l'on filtre, et que l'on évapore à 100° jusqu'à ce qu'il se soit séparé un liquide clair et une résine visqueuse. La liqueur claire étant concentrée dépose par le refroidissement du sel marin et des cristaux de taurine que l'on fait recristalliser.

[1] *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 1 3.

La taurine (*fig.* 36) forme des prismes incolores transparents, à quatre ou six pans, appartenant au système clinorhombique. Elle est soluble dans l'eau chaude, presque insoluble dans l'alcool. L'acide azotique concentré ne l'attaque pas. La potasse caustique en dégage de l'ammoniaque, et produit avec elle du sulfite et de l'acétate de potasse. Cette réaction fit penser à Strecker que la taurine était l'amide de l'acide iséthionique : en effet, cet auteur découvrit qu'en maintenant l'iséthionate d'ammoniaque à 220° pendant quelques heures on obtenait artificiellement la taurine. Cette substance se produit, dans ce cas, d'après l'équation suivante :

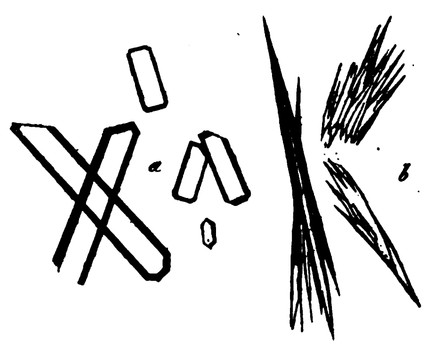


Fig. 36. — Taurine.

$$\underset{\text{Isethionate d'ammonium.}}{SO^3 \left\{ \begin{array}{l} C^2H^4.OH \\ AzH^4 \end{array} \right.} = H^2O + \underset{\text{Taurine.}}{SO^2 \left\{ \begin{array}{l} C^2H^4.OH \\ AzH^2 \end{array} \right.}$$

On trouve la taurine à l'état de liberté dans le canal intestinal, dans le liquide musculaire de certains mollusques, dans les reins, la rate, les poumons, la bile putréfiée.

La taurine ingérée se transforme, en grande partie, dans l'économie, en *acide tauro-carbamique* $C^3H^8Az^2SO^4$ que les bases décomposent en acide carbonique, ammoniaque et taurine [1].

§ 4. — MATIÈRES COLORANTES DE LA BILE.

Il ne semble exister que deux pigments normaux dans la bile fraîche : la *bilirubine*, matière colorante rouge, et la *biliverdine*, substance colorante verte, qui n'est peut-être qu'un dérivé formé par l'hydratation et l'oxydation simultanée de la bilirubine (voir plus bas) [2]. Les auteurs décrivent encore parmi les pigments biliaires : la *biliprasine*, qui paraît être un produit d'hydratation de la biliverdine et qui n'en diffère que par H^2O en plus;

[1] Salkowski. *Bull. Soc. chim.*, t. XX, p. 447.

[2] Il n'existe dans les calculs biliaires presque exclusivement que de la bilirubine.

et la *bilifuscine* qui, avec la bilirubine, a les mêmes rapports que la biliprasine avec la biliverdine. Les corps que l'on a appelés *bilifulvine*, *cholepyrrhine*, sont identiques avec la bilirubine. Quant à la *bilihumine*, c'est un produit de décomposition, mal défini, des substances précédentes[1].

Ces matières n'existent qu'en très-faible quantité dans la bile, probablement à l'état de combinaisons complexes (*Robin*). On les retire, en général, des calculs biliaires. Pour cela, on pulvérise ces calculs et on les épuise par l'éther, l'eau bouillante, le chloroforme froid et l'acide chlorhydrique étendu. Le chloroforme bouillant enlève au résidu un pigment vert brunâtre, la bilifuscine, et une certaine quantité de bilirubine. Pour séparer ces deux substances on évapore le chloroforme, et on traite le résidu par de l'alcool bouillant qui dissout la bilifuscine impure, et laisse la bilirubine à l'état de pureté. Après avoir enlevé ces deux pigments aux calculs biliaires, si l'on traite le résidu par de l'alcool chaud, on dissout la biliprasine, et en reprenant alors de nouveau par le chloroforme on en extrait encore une certaine quantité de bilirubine.

Toutes ces matières colorantes traitées par l'acide nitrique nitreux donnent la succession des teintes vert bleu, violet, rouge, jaune sale, qui permettent de les caractériser dans des solutions très-étendues, telles que les urines ictériques.

Les divers agents d'oxydation transforment les matières colorantes de la bile en un produit dont la solution alcaline ou acidule est bleue d'acier avec fluorescence rouge. Cette substance nommée *choleverdine*, *cholecyanine*, par Stockvis, *bilicyanine* par Heynsius et Campbell, se transforme définitivement, comme nous le verrons tout à l'heure, dans l'une des matières colorantes de l'urine[2].

Bilirubine. — $C^{16}H^{18}Az^{2}O^{3}$. C'est elle qui forme chez l'homme le pigment principal des calculs biliaires. On l'obtient en épuisant ces calculs par le chloroforme, évaporant, lavant le résidu à l'alcool et à l'éther, redissolvant dans le chloroforme chaud et reprécipitant cette solution par l'alcool.

C'est une poudre rouge, tantôt amorphe, tantôt cristallisée,

[1] Voir au sujet de ces pigments : STAEDELER. *Vierteljahr. d. nat. Gesel. in Zurich*, t. VIII et *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXXII, p. 323. *Bull. Soc. chim.*, t. IV, p. 57. BRÜCKE. *Wien. Akad. Bericht*, t. XXXV, p. 13, et *Virchow's Archiv*, t. I, p. 427. VALENTINER. *Zeitsch. f. Klin. med.*, t. IX, p. 46. MALY. *Bull. Soc. chim.*, t. IV, p. 153 et t. X, p. 496. JAFFE. *Zeitsch. f. Chem.* [2] t. V, p. 666,

[2] *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 84 et t. XVIII, p. 205.

très-soluble dans le chloroforme, la benzine, l'essence de térébenthine et dans les liquides alcalins auxquels une trace de bilirubine communique une teinte jaune. Elle paraît se comporter comme un acide faible ; en effet, si on mélange sa solution ammoniacale avec du chlorure de calcium on obtient le sel calcaire $(C^{16}H^{17}Az^{2}O^{3})^{2}Ca''$, combinaison que l'on retrouve fréquemment dans les calculs biliaires de l'homme. Les solutions alcalines de bilirubine s'altèrent rapidement à la lumière. Elles paraissent s'oxyder et donner ainsi de la biliverdine.

La *bilirubine*, *l'hématine* et *l'hématoïdine* ont entre elles les remarquables rapports indiqués par les formules suivantes :

Hématoïdine. -- $C^{30}H^{34}Az^{4}O^{6}$ ou $C^{29}H^{34}Az^{4}O^{6}$
Bilirubine. — $C^{32}H^{36}Az^{4}O^{6}$
Hématine. — $C^{32}H^{34}\ddot{F}eAz^{4}O^{6}$

L'hématoïdine et la bilirubine seraient donc homologues ou isologues ; et la bilirubine dériverait de l'hématine par le remplacement de $\ddot{F}e$ par deux atomes d'hydrogène[1]. On doit ajouter que l'on a quelquefois signalé le fer dans les matières colorantes de la bile[2] ; mais il paraît y exister sous forme d'oxyde.

Quand on attaque complétement la bilirubine par l'acide azotique, on obtient une substance à laquelle Gmelin a donné le nom de *choléféline* et dont Maly a constaté l'identité avec *l'urobiline* ou *urochrome*, matière colorante de l'urine (v. t. II, p. 29). Stockvis[3] a confirmé cette observation importante qui relie l'hémoglobine au pigment jaune des urines.

Biliverdine. — $C^{16}H^{20}Az^{2}O^{5}$. Cette substance ne diffère de la bilirubine que par $H^{2}O + O$. Son existence dans la bile fraîche est douteuse : elle ne se rencontre pas, en effet, dans les calculs biliaires. La solution de bilirubine dans la soude étant agitée à l'air se colore en vert et donne par l'acide chlorhydrique un précipité que l'alcool dissout avec une belle couleur verte. Une solution alcaline de bilirubine mise à bouillir à l'abri de l'air, donne aussi de la biliverdine peut être d'après l'équation :

$$\underset{\text{Bilirubine.}}{2C^{16}H^{18}Az^{2}O^{3}} + 2H^{2}O = \underset{\text{Biliverdine.}}{C^{16}H^{20}Az^{2}O^{5}} + \underset{\text{Hydrobilirubine.}}{C^{16}H^{20}Az^{2}O^{3}}$$

[1] Voyez l'action de l'hydrogène naissant sur la bilirubine, dans *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 372.
[2] Robin. *Traité des humeurs* [1], p. 551.
[3] Voir *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 85.

La biliverdine se transforme ensuite en biliprasine.

On a trouvé de la biliverdine sur les bords du placenta du chien.

Bilifuscine. — $C^{16}H^{20}Az^2O^4$. C'est une poudre brillante brune, presque noire, insoluble dans l'eau et le chloroforme, soluble dans l'alcool et les alcalis et précipitable par les acides.

La bilifuscine se rapproche de la bilirubine d'après la relation théorique :

$$\underset{\text{Bilifuscine.}}{C^{16}H^{20}Az^2O^4} = \underset{\text{Bilirubine.}}{C^{16}H^{18}Az^2O^3} + H^2O$$

Biliprasine. — $C^{16}H^{22}Az^2O^6$. Elle s'extrait des calculs comme il a été dit plus haut. On l'obtient aussi en faisant bouillir longtemps une solution alcaline de bilirubine. Dans ce dernier cas, on évapore la liqueur, on lave le résidu à l'éther et au chloroforme et on reprend par l'alcool. Cette dernière solution étant évaporée à son tour, laisse la biliprasine sous forme d'une poudre vert noirâtre, insoluble dans l'eau, l'éther et le chloroforme, soluble dans les alcalis caustiques et un peu dans leurs carbonates. La solution de biliprasine dans l'alcool brunit par l'ammoniaque, et repasse au vert par les acides.

Pigment bleu de la bile. (Voir à ce sujet la note préliminaire de E. Ritter, dans *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 212, et ce qui a été dit plus haut de la cholecyanine.)

Les matières colorantes de la bile paraissent provenir de la destruction de l'hémoglobine. On a dit plus haut comment elles en dérivaient. Elles augmentent notablement dans le sang et sont éliminées en plus grande abondance toutes les fois qu'une cause tend à détruire le globule.

§ 5. — RECHERCHE ET ANALYSE DE LA BILE.

Recherche qualitative de la bile dans les liquides animaux. (*a*). *Réaction de Pettenkoffer.* — Si l'on veut simplement démontrer l'existence de la bile, ou plutôt des acides biliaires, dans un liquide tel que l'urine ou le sang, il sera bon de recourir au procédé de Pettenkoffer qui est d'une très-grande sensibilité.

Pour cela l'on évapore la liqueur où l'on soupçonne l'existence de la bile, on reprend le résidu par de l'alcool et on dessèche

cette solution. On délaye alors l'extrait alcoolique sec dans quelques gouttes d'eau, et on le verse dans une solution de 1 partie de sucre ordinaire dans 3 parties d'eau; enfin on ajoute à ce mélange, goutte à goutte et en refroidissant, de l'acide sulfurique concentré jusqu'à ce que la dissolution qui se trouble redevienne limpide. Le liquide passe alors au jaune orangé, au carmin et au pourpre; il finit ensuite par se décolorer. L'eau en trop grande quantité et une chaleur supérieure à 60° empêchent cette réaction[1].

(*b*) *Réaction par l'acide nitrique nitreux.* — Quand on soupçonne dans un liquide l'existence des pigments biliaires, il suffit d'ajouter à la liqueur, ou mieux à son extrait repris par du chloroforme chaud, et évaporé, une certaine quantité d'acide nitrique chargé de vapeurs nitreuses. Le liquide prend alors successivement les teintes verte, bleue, violette, rouge et jaune qui caractérisent la bilirubine et ses divers dérivés d'oxydation. On peut aussi agiter directement le liquide avec du chloroforme, séparer ce dernier par décantation, l'évaporer, et rechercher sur le résidu les caractères de la bilirubine. Par l'un ou l'autre de ces procédés, il est facile de déceler des traces de pigments biliaires dans l'urine ou le sérum du sang.

Analyse quantitative de la bile. — Il existe pour analyser la bile un certain nombre de méthodes parmi lesquelles nous recommandons surtout la suivante.

On évapore à siccité un poids de 10 à 15 grammes de la bile à analyser. On pèse le résidu complétement séché dans le vide à 100°. La perte est égale au poids de l'eau[2]. Si l'on calcine une partie de ce résidu on aura le poids total des cendres.

D'un autre côté, on additionne 20 à 30 grammes de bile de son volume d'alcool à 85° centésimaux. Celui-ci sépare nettement le mucus, les épithéliums, l'albumine s'il y en existe, et quelques sels minéraux. Ce précipité, recueilli sur un filtre, est traité par de l'acide acétique cristallisable, qui dissout l'albumine et laisse la mucine. On évapore, et on obtient l'albumine pour résidu; ou bien on la précipite sous forme de syntonine en neutralisant la liqueur. Le poids de ses sels minéraux est dosé par calcination.

La liqueur alcoolique, séparée par filtration des substances pré-

[1] Voir ce qui a été dit de la recherche de ces acides dans les urines.

[2] Ce résidu est extrêmement hygroscopique. Le mieux est de le broyer avec un poids connu de sable sec et de le priver d'eau dans un courant de gaz bien desséché.

cédentes, est évaporée à siccité dans le vide à 100°. Le résidu est pesé. La différence avec le poids de la même bile desséchée donne le poids du mucus, des épithéliums et des matières albuminoïdes à l'état sec. La proportion d'eau ayant été déterminé par l'expérience directe, on a, par différence, la somme des poids du groupe des substances insoluble dans l'alcool. Le résidu repris de nouveau par ce dernier dissolvant laisse une petite quantité de substances insolubles (*a*), formées surtout de sels que l'on dose par calcination.

La solution alcoolique, réduite à un petit volume, est additionnée d'éther, agitée et abandonnée jusqu'à ce que la liqueur soit tout à fait claire. Les acides biliaires se séparent quelquefois ainsi à l'état cristallin. On les lave avec soin à l'éther, puis au chloroforme, pour enlever une trace de matières colorantes; enfin on les sèche et on en note le poids (*b*).

Toutes les liqueurs éthérées ayant été réunies sont évaporées; elles laissent comme résidu les graisses, la cholestérine, la lécithine, la choline et l'urée. L'eau dissout cette dernière substance. La cholestérine, la lécithine et les graisses restées indissoutes se séparent en ajoutant un peu de lessive de soude pour saponifier les corps gras, évaporant et ajoutant de l'éther qui ne dissout plus que la cholestérine; ou bien encore on peut précipiter les savons à acides gras par de l'acétate de plomb, enlever à la liqueur l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, évaporer et reprendre par l'éther qui s'empare de la cholestérine.

Pour déterminer le rapport des acides biliaires, dans le cas de la bile humaine, ou de celle de bœuf qui ne contient que les acides taurocholiques et glycocholique, on peut, suivant la méthode indiquée au paragraphe précédent, séparer les acides biliaires dans le précipité (*b*) qui a servi à les doser. Mais on peut aussi sur une partie de ce précipité doser les alcalis par calcination, et sur un autre, déterminer le soufre. Dans l'hypothèse où la bile ne contiendrait pas de sulfates, le dosage du soufre donnerait indirectement le poids de l'acide taurocholique, sachant qu'un gramme de soufre équivaut à 16,093 de cet acide[1]. Le poids d'acide glycocholique pourra donc s'obtenir par différence. Mais il vaut mieux chauffer 24 heures au bain-marie le mélange des deux acides biliaires avec

[1] C'est l'hypothèse qui est faite par Hoppe-Seyler; mais on a vu plus haut que d'après Jacobsen, la bile contiendrait souvent des sulfates.

une solution de potasse. Il se forme par leur décomposition de l'acide cholalique qu'on précipite par l'acide chlorhydrique en excès. En ajoutant de l'éther on le transforme en une modification peu soluble dans l'eau, on le lave avec ce dernier véhicule, on le dissout dans l'alcool, on le fait cristalliser par évaporation, enfin on le sèche et on le pèse. La solution chlorhydrique filtrée contient la taurine que l'on dose en déterminant le soufre par calcination du résidu avec le nitre et le carbonate de soude, dissolution par l'acide chlorhydrique du produit ainsi oxydé, et précipitation par le chlorure barytique. Le poids du sulfate de baryte permet de calculer celui du soufre, d'où l'on conclut le poids de l'acide taurocholique et par conséquent celui de l'acide cholalique qui lui correspond. Ce poids soustrait de celui de l'acide cholalique total obtenu comme il est dit ci-dessus, donne la proportion qui provient de l'acide glycocholique et par conséquent le poids de ce dernier corps[1].

Le résidu (*a*) de la bile resté insoluble dans l'alcool absolu, contient des matières colorantes en partie libres en partie unies à de la chaux, une petite quantité de taurine et une partie des sels minéraux. Le poids de ces substances est très-faible, elles ne peuvent être directement dosées dans une analyse générale de la bile totale. Du reste, une partie des pigments, ainsi que la cholestérine, sont entraînés par les acides biliaires eux-mêmes, malgré les lavages répétés au chloroforme.

Les matières colorantes biliaires ne pourraient être dosées que sur de très-grandes quantités de bile. On a dit comment on peut dans les calculs biliaires, séparer ces diverses pigments.

§ 6. — ROLE DE LA BILE DANS L'ÉCONOMIE.

En faisant l'étude de la *digestion* (t. I, p. 410), nous avons dit quel est le rôle que joue la bile dans l'intestin et quelle action spéciale elle exerce sur chacune des espèces alimentaires usuelles. Nous avons aussi exposé comment la bile et ses dérivés concourent à la formation des matières fécales et enrayent leur putréfaction. Nous n'y reviendrons pas ici.

Après avoir agi sur les aliments, la bile et ses produits de dé-

[1] Voir sur le dosage des acides biliaires Hoppe-Seyler, *Bull. Soc. him.*, t. I, p. 60.

composition ne sont pas rejetés tout entiers hors de l'économie, une portion est résorbée par l'intestin : l'*eau*, les *sels alcalins*, le *mucus*, ainsi qu'une partie des *produits de décomposition des acides biliaires* passent dans les chylifères. Quant aux acides eux-mêmes, ils ne se retrouvent pas dans le sang. Décomposés dans l'intestin, leurs dérivés solubles, le glycocolle et une portion de la taurine, sont résorbés, tandis que l'acide cholalique insoluble et les produits auxquels elle donne naissance, dyslysine, indol, se retrouvent dans les fèces. Quelquefois même on y rencontre de l'acide glycocholique non entièrement décomposé (*Hoppe-Seyler*).

La bile joue un autre rôle. Avec elle s'éliminent deux produits de désassimilation de la matière nerveuse et des globules sanguins : la *cholestérine* (et à sa place l'*excrétine* et la *stercorine* chez les omnivores), ainsi qu'une partie des *matières colorantes*.

On a déjà dit que dans le sang des veines sus-hépatiques on ne trouve qu'une très-minime proportion de cholestérine, tandis que celui de la veine porte en contient une quantité assez notable pour qu'on puisse quelquefois l'apercevoir au microscope sous forme de fines lamelles (*A. Flint*). Nous verrons, en parlant des matières de la désassimilation du cerveau, que tandis que le sang de la carotide d'un jeune chien fournit 0,967 de cholestérine pour 1000, le sang de la jugulaire interne, à son retour du cerveau, contient jusqu'à 1,545 pour 1000 de la même substance (*A. Flint*). La cholestérine est donc un produit de désassimilation de la substance nerveuse, emportée par le sang qui a nourri le cerveau et les nerfs, éliminée par les vésicules biliaires, et rejetée au dehors de l'économie avec la bile. Flint a même montré que la quantité de cholestérine dont s'enrichissait le sang revenant du cerveau était égale à celle qui existait dans la bile sécrétée dans le même temps.

Nous avons vu que les substances colorantes de la bile proviennent très-probablement de la désassimilation dans le foie de la matière colorante du sang. Les graisses de la bile peuvent avoir en partie la même origine, car nous savons que les acides gras ont été signalés parmi les dérivés de l'hémoglobine.

CHAPITRE V

SÉROSITÉS

Les séreuses sont formées par des faisceaux entre-croisés de tissu conjonctif, à travers lesquels serpentent de nombreux capillaires sanguins et lymphatiques. Leur surface libre est tapissée d'une couche d'épithélium pavimenteux spécial[1]. Elles sécrètent une quantité extrêmement faible d'un liquide doué d'une composition et de propriétés analogues pour chacune d'elles, mais non identiques à celles du plasma de la lymphe. Cette sécrétion augmente pendant la réplétion des vaisseaux. Ce liquide de couleur ambrée, un peu visqueux et alcalin, a reçu le nom de *sérosité*. A l'état de santé, la production de ces liquides séreux est si faible, que leur examen et leur analyse n'ont pu être complétement faits. D'après la composition de ces humeurs, qui se rapproche beaucoup de celle du sérum du sang et qui est très-analogue pour chacune d'elles, et, vu le mécanisme qui peut en augmenter la quantité (*obstacles à la circulation de la lymphe ou du sang*) sans qu'il y ait inflammation ou suractivité des fonctions des membranes séreuses, il semble que les sérosités se produisent à l'état normal par un simple phénomène de transsudation au travers des parois des capillaires sanguins ou lymphatiques[2]. Mais ce n'est là qu'une hypothèse probable.

Dans l'état de santé, les sérosités sont des liquides jaune clair ou presque incolores, légèrement fluorescents, à goût fade, à réaction un peu alcaline. Ils tiennent en suspension quelques cellules épithéliales desquamées et des cristaux de cholestérine. On trouve dissous dans ces humeurs de 1 à 25 pour 1000 de sérine, une trace de caséine, peut-être un peu de fibrine ou les substances aptes à la produire, des matières extractives, telles que l'urée, la créatine, la créatinine, l'acide uriqué, la leucine, la tyrosine, un peu de graisse et de cholestérine, enfin de 6 à 7 pour 1000 de sels minéraux, qui sont identiques à ceux du plasma sanguin. Les

[1] Voir sur l'epithélium des séreuses Robin. *Journ. de l'anat. et de la phys* 1869.
[2] Cl. Bernard. *Leçons sur les liquides de l'organisme*, t. II, p. 405.

sérosités sont coagulables par la chaleur; il faut en excepter toutefois le liquide cérébro-spinal.

En Allemagne on admet, en général, que dérivant par transsudation du plasma sanguin, les sérosités doivent normalement contenir les éléments de la fibrine, et par conséquent, être coagulables lorsqu'elles ont été extraites des cavités naturelles. Mais, observant que, dans la majorité des cas, celles que l'on recueille sur le cadavre ne se coagulent pas, on admet encore, pour étayer la première hypothèse, que l'une des matières génératrices de la fibrine, la substance fibrinoplastique, est détruite après la mort, et que l'on ne doit dès lors, retrouver dans ces liquides que de la matière fibrinogène. Mais n'oublions pas que, d'après la théorie même de Schmidt, cette matière fibrino-plastique se retrouverait en excès dans le sérum sanguin sans qu'elle disparaisse par l'extravasation et la mort du sang. Ajoutons que si l'on retrouve, en effet, dans ces humeurs une substance douée des propriétés du fibrinogène, on ne saurait en conclure à la disparition de la matière dite fibrinoplastique; que, du reste, la formation de la fibrine par ces deux facteurs n'est point démontrée; que les hypothèses successives précédentes loin de se contrôler demandent chacune une démonstration : et qu'enfin, l'aptitude des sérosités normales à se coaguler spontanément n'est nullement établie, car on ne saurait arguer de la composition et des propriétés des sérosités morbides sécrétées par des membranes enflammées à celles du liquide qui lubrifie les séreuses dans l'état de santé [1].

L'analyse d'un liquide séreux n'a de particulier que la séparation des diverses substances (*globuline*, *fibrinogène*, *myosine*, *albumines diverses*) que ce liquide peut dissoudre ou tenir en suspension. Hoppe-Seyler [2] recommande d'opérer de la façon suivante : On abandonne la sérosité à elle-même pendant quelques heures à 15° ou 20°. S'il s'y forme un coagulum fibrineux, on le sépare. Dans une fraction de la partie incoagulable, on ajoute quelques gouttes de sang défibriné qui produit un coagulum nouveau si le liquide contient de la matière fibrinogène. Une autre portion de

[1] Du reste, on sait que le liquide de l'ascite ne se coagule presque jamais spontanément dans le péritoine. Or, ici, il n'a y pas eu destruction cadavérique de la paraglobuline. Si d'ailleurs il existait dans ce liquide, avant son extraction, les deux facteurs de la fibrine, pourquoi ne s'y formerait-il pas de fausses membranes? Il est vrai qu'on répond aujourd'hui qu'il faut la présence d'un ferment particulier venu de l'air!

[2] *Handbuch. d. chem. Anal.* [2], p. 288.

la liqueur, après avoir été neutralisée par l'acide acétique, est traitée par un courant d'acide carbonique qui précipite la globuline, le fibrinogène et les matières analogues. On filtre et l'on porte la liqueur à 100° pour en séparer l'albumine ordinaire.

Le coagulum formé par l'acide carbonique (*globuline* et *corps analogues*) est séparé en deux portions. La première est traitée par une solution concentrée de sel marin qui dissout la myosine, s'il y en existe. La caséine, la fibrine ou ses générateurs (*théorie allemande*), ainsi que la syntonine, restent à l'état insolubles. La deuxième partie est traitée par de l'eau contenant 1 millième d'acide chlorhydrique. Cette liqueur dissout la myosine, la fibrine, s'il y en a, et la caséine.

Les autres substances non albuminoïdes se recherchent par les méthodes habituelles d'analyse des liquides animaux (voir t. I, p. 292).

Disons maintenant ce que l'on sait de particulier sur les liquides séreux[1].

Sérosité péricardique. — Il en existe quelquefois une petite quantité dans le péricarde. On a pu l'examiner chez les suppliciés. Ce liquide est souvent rapidement coagulable, et se prend en un caillot qui se concrète et se rétracte peu à peu. C'est la sérosité qui contient le plus de fibrinogène, etc. (Théorie de Schmidt); ou plus simplement, c'est celle qui donne le plus de fibrine. On y trouve des quantitités très-variables d'albumine et de sels.

C'est un liquide citrin, un peu visqueux, mais non filant, salé et légèrement alcalin. Lehmann a, dans une analyse, dosé pour 1000 grammes de ce liquide : albumine 8,79, autres matières organiques 0,93, sels minéraux 0,89. Gorup-Besanez[2] donne les analyses suivantes de la sérosité péricardique de deux suppliciés :

	I	II
Eau.	962.83	955.13
Albumine.	21.62	24.68
Fibrine.	0.00	0.81
Matières extractives. .	8.21	12.69
Sels minéraux. . . .	7.34	6.69
	1000.00	1000.00

[1] La plupart des observations faites par les auteurs se rapportent aux sérosités pathologiques. Ce que nous allons dire s'applique seulement aux sérosités normales.

[2] *Chimie physiolog.*, p. 372.

Liquide cérébro-spinal. — Ce liquide existe constamment à l'état normal. Il augmente beaucoup pendant la digestion. Il est alcalin et incoagulable. Nous dirons, dans la troisième partie de ce livre, ce que l'on sait de la sérosité épanchée dans les cas pathologiques à l'intérieur des cavités arachnoïdiennes.

Dans l'état normal, le liquide cérébro-spinal est légèrement alcalin, salé; sa densité moyenne est de 1,005. Il est très-remarquable qu'on n'y trouve pas de sérine, que sa matière albuminoïde (1 à 2 pour 1000) soit très-analogue à la caséine, et que ses matières minérales, riches en phosphates et en sels de potasse, soient plutôt analogues à celles du plasma des divers tissus et surtout des muscles, qu'à celles du sérum sanguin. On trouve, dans le liquide cérébro-spinal, une substance qui réduit le réactif cupro-potassique, et bismutho-sodique, qui brunit par ébullition avec la potasse, mais qui est infermentescible et inactive sur la lumière polarisée. Cette substance est analogue ou identique avec celle que Bödecker a retirée des urines d'un typhique et qu'il a nommée *alcapton*[1]. D'après Cl. Bernard, il existerait du glucose dans le liquide cérébro-spinal.

On voit que la sérosité cérébro-spinale est très-différente des autres humeurs séreuses. On ne connaît pas de glandes qui la sécrètent.

Robin donne les nombres suivants pour la composition du liquide ventriculaire :

Eau.	990 à 985
Urée.	traces notables
Cholestérine.	0.21
Graisses.	0.05 à 0.12
Matières albuminoïdes.	0.54 à 1.66
Lactate sodique. . . / Principes extractifs.	2.50 à 3.21
Carbonate potassique et sodique. .	5 à 7
Sulfate de soude.	0.146
Carbonate de soude.	0.057
Phosphates alcalins et terreux. .	0.09 à 0.10

Sérosité pleurale. — A peine est-elle sensible à l'état normal. C'est une humeur transparente, citrine, peu visqueuse, faiblement alcaline. Les observations faites sur ce liquide sont toutes relatives

[1] Voyez *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXVII, p. 98 et *Traité des urines* de Neubauer et Vogel Trad. française, p. 93.

aux transsudations morbides de la plèvre (voir IIIe Partie).

Sérosité péritonéale. — Mêmes observations que pour la précédente. C'est un liquide citrin, non visqueux, où l'acide acétique fait naître un coagulum, mais qui ne précipite pas quand on le chauffe. La sérosité du péritoine paraît contenir de la fibrine.

Sérosité hydroovarique. — Le liquide qui remplit la vésicule de de Graaf est à l'état normal limpide, alcalin et renferme des matières albuminoïdes spéciales en solution.

Schérer en a donné l'analyse suivante :

Eau.	991.4
Albumine.	0.82
Matières extractives. . .	0.60
Sels minéraux..	7.10

Sérosité de la tunique vaginale. — Elle n'a été examinée que dans les cas pathologiques (voir IIIe Partie).

Liquide amniotique ; liquide allantoïdien. — Le liquide qui remplit la vésicule allantoïdienne dans les premiers mois de la vie fœtale est en connexion par *l'ouraque* avec la vessie du fœtus, et peut, jusqu'à un certain point, être considéré comme un produit de sécrétion comparable à l'urine. A mesure que l'embryon se développe, ce liquide croît en quantité et devient plus consistant. Dans le courant du second mois de la vie fœtale, sa quantité diminue au contraire à mesure que se forme le placenta, et que disparaît la vésicule allantoïdienne. Le liquide de la vésicule amniotique contenu dans cette poche fermée, qu'on a nommée *l'amnios*, et dans lequel nage le fœtus, suspendu par son cordon ombilical, ressemble beaucoup, par sa composition, au liquide précédent. Ces deux humeurs ont été le sujet de divers travaux; les derniers sont dus à Schlossberger[1] et à Majewski[2].

Outre *l'allantoïne*, $C^4H^6Az^4O^3$, dont nous avons fait l'histoire (t. II, p. 25), on trouve, dans le liquide allantoïdien, une albumine spéciale, des lactates alcalins, du chlorure de sodium, des phosphates et du sucre, au moins chez les herbivores. A mesure que l'embryon se développe, cette albumine se modifie ou disparaît. Le liquide devient gommeux, jaunâtre et rougeâtre, mais il reste clair. Il est toujours alcalin.

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, t. XCVI, p. 67, et t. CIII, p. 193.
[2] *Journ. prat. Chem.*, t LXXVI, p. 99.

Le liquide amniotique, d'abord clair dans les premiers mois, devient ensuite jaunâtre, trouble, son odeur est fade, son goût salin; sa densité varie de 1,002 à 1,030. Quand on le laisse au repos, il s'y forme un sédiment de cellules épithéliales et de flocons contenant des corps gras et du mucus.

Outre l'albumine, plus abondante dans les premiers temps de la vie fœtale que dans les derniers mois, on trouve, dans le liquide amniotique, du glucose que Cl. Bernard y a découvert et qui disparaît dès qu'il commence à se trouver dans le foie du fœtus. On y rencontre quelquefois de l'urée[1] et de la créatine[2]. D'après Majewski ces substances subissent dans l'eau de l'amnios, comme dans l'urine, de grandes variations. Un peu avant la naissance, les matériaux dissous disparaissent en partie. L'existence dans cette humeur du sucre de lait et de l'acide lactique est encore douteuse[3]. Parmi les substances minérales, on a signalé le sel marin, les carbonates alcalins et l'acide carbonique libre. Les sulfates et surtout les phosphates n'y sont qu'à l'état de traces.

Voici, d'après Majeswki, la composition de ces deux liquides.

	LIQUIDE ALLANTOÏDIEN			LIQUIDE AMNIOTIQUE				
	Mouton 5ᵉ semaine	Mouton 7ᵉ semaine	Vache 12ᵉ sem.	Mouton 5ᵉ semaine	Mouton 7ᵉ semaine	Vache 12ᵉ sem.	Femme 2ᵉ mois	Femme naissance
Eau.	98.98	98.127	98.858	99.46	98.94	98.554	95.405	98.49
Matières organiques	0.650	1.198	2.338	0.10	0.685	0.876	»	0.95
Matières inorganiques.	0.370	0.675	0.804	0.14	0.370	0.570	»	5.60
Albumine.	»	»	»	0.105	0.125	0.097	2.288	0.357
Sucre	0.241	0.449	0.605	0.063	0.114	0.191	nul.	nul.
Urée.	0.40	0.500	0.645	0.20	0.302	0.298	»	0.380
Acide phosphorique	0.005	0.356	0.022	»	0.008	0.051	»	»
Acide sulfurique. .	0.005	0.007	0.097	»	0.006	0.022	»	»

Suivant Schlossberger (*loc. cit.*), la matière albumineuse de ces deux liquides est différente pour chacun d'eux et jouit de propriétés intermédiaires entre celles de l'albumine, de la caséine, du mucus et de la pyine.

[1] D'après Robin et Verdeil. *Chimie anatomique*, t. II, p. 480, et Majewski.

[2] Wœhler. *Ann. Chem. Pharm.* t. LVIII. p. 98. Confirmé par Regnault. *Compt. rend.* t. XXXI, p. 218.

[3] On n'y trouverait pas de sucre, d'après Lassaigne, tandis que l'urine des fœtus en contient. Cl. Bernard et après lui Majewski, y ont cependant signalé le glucose.

CHAPITRE VI

ÉPITHÉLIUMS — MUCUS — SYNOVIE

§ 1. — ÉPITHÉLIUMS.

Le tissu qui recouvre la muqueuse intestinale et la peau, qui revêt l'intérieur des canaux sanguins, des conduits d'excrétion et des cavités closes, porte le nom de *tissu éphithélial*. Il est formé de cellules serrées les unes contre les autres, très-diverses de forme, et composées d'une enveloppe, d'un contenu semi-fluide ou protoplasma [1], et d'un noyau qui s'atrophie avec l'âge. Les épaisseurs et le nombre de couches de cellules épithéliales sont très-variables. On pense en général aujourd'hui qu'il existe dans les épithéliums une sorte de ciment intercellulaire. Les alcalis en solution assez concentrée (30 à 40 pour 100) dissocient en effet et isolent les éléments cellulaires de la plupart des épithéliums. D'un autre côté, si l'on imprègne un tissu épithélial de nitrate d'argent, celui-ci pénètre dans les espaces intercellulaires où il est réduit, et fait apparaître ces interstices sous forme de lignes noirâtres [2].

Étudions actuellement la nature chimique des diverses parties de la cellule épithéliale.

Enveloppe cellulaire et appendices. — La matière qui compose l'enveloppe de la cellule épithéliale est très-analogue, sinon identique, à celle qui forme les ongles et à laquelle on a donné le nom de *kératine*. Nous avons déjà fait son histoire (voir t. I, p. 369), en parlant de l'épiderme, qui du reste n'est lui-même qu'un épithélium pavimenteux externe. Elle se rapproche aussi beaucoup de la substance sarcolemmatique. Elle ne donne pas de gélatine par sa coction dans l'eau, elle résiste assez puissamment aux acides, et se gonfle, puis se dissout, dans les alcalis étendus qui l'altèrent.

[1] Le contenu peut manquer (c'est ce qui a lieu pour les *endothéliums* des séreuses et des vaisseaux) ou peut s'atrophier, comme dans les couches les plus externes des épithéliums épidermiques.

[2] ROBIN (*Éléments anat. et épithéliums*. p. 106) et ROBINSKY n'admettent pas l'existence du ciment intercellulaire.

La variété d'épithélium à *cils vibratiles* est constituée par des cellules garnies d'appendices filiformes qui, pour quelques auteurs, sont implantés sur l'enveloppe cellulaire, et pour les autres sont des expansions du protoplasma. Ces cils de $0^{mm},006$ à $0^{mm},025$ de largeur, sont formés d'une substance pâle, transparente, dont on ignore la composition.

Ils sont doués de mouvements oscillatoires variables qui se ralentissent peu à peu après la mort. Les cils des cellules épithéliales vibratiles, lorsqu'ils viennent à se reposer, peuvent être remis en mouvement sous l'influence de solutions d'alcalis très-dilués (*Kölliker*). L'hydrogène, l'acide carbonique, en général tous les milieux qui ne contiennent pas d'oxygène, arrêtent le mouvement des cils vibratiles; l'oxygène le fait renaître et lui donne de l'énergie. Les acides, même très-dilués, le détruisent.

Si l'on soumet successivement la surface munie de cils vibratiles à l'action de l'air chargé d'acide acétique ou d'acide carbonique contenant des traces de vapeurs ammoniacales, le mouvement s'arrêtera puis reprendra, et ainsi successivement[1].

Protoplasma. — Le contenu semi-liquide ou *protoplasma* de la cellule épithéliale diffère de composition avec chaque tissu épithélial, et avec l'âge de la cellule. Il est formé d'une substance protéique molle, en partie coagulable par la chaleur, contenant, quelquefois sous forme de granulations, des graisses, des matières albuminoïdes, des pigments[2] et des sels divers. Dans les épithéliums glandulaires le protoplasma se charge des éléments de la sécrétion. Ainsi l'épithélium hépatique contient, outre sa substance protéique fondamentale, des sels biliaires, des matières colorantes, des graisses, du glycogène. Dans l'épithélium des muqueuses s'accumule la matière à laquelle on a donné le nom de mucus, substance qui s'exsude sans cesse à la surface de la cellule ou est mise en liberté par le déchirement de son enveloppe.

Immergée dans l'eau, la matière du protoplasma se gonfle et finit par faire éclater l'enveloppe de la cellule. L'épithélium pavimenteux ne paraît pas se modifier sous l'influence de l'eau froide ou chaude à la façon de l'épiderme.

Noyau. — Le noyau existe dans tous les épithéliums. Il résiste

[1] Voyez sur ces mouvements la thèse de concours d'agrégation pour 1875, de H. Farabeuf, p. 137.

[2] Voyez *Matières pigmentaires*, t. I, p. 366.

à l'action de l'eau. Celui des épithéliums à une seule couche n'est que difficilement attaqué par l'acide acétique. Quand on imprègne les épithéliums de teinture de carmin, elle se fixe surtout sur le noyau et le teint vivement. Le picrocarminate d'ammoniaque colore le corps de la cellule en jaune, tandis que le noyau apparaît en rose[1].

§ 2. — MUCUS ET MUCINE.

Le mucus est produit par un très-grand nombre de cellules, et spécialement par les épithéliums des muqueuses, mais on le trouve aussi dans le ciment insterstitiel du derme et de la couche épidermique de Malpighi ; il forme la substance unissante des fibrilles conjonctives, et provient sans doute des cellules propres de ce tissu.

Les épithéliums paraissent produire le mucus en se détruisant. Il semble qu'une portion du contenu des cellules soit comme ex-

[1] Les réactifs tels que la teinture de carmin, le picrocarminate d'ammoniaque, l'eau iodée, l'acide chromique, le nitrate d'argent, l'acide osmique, etc., étant très-souvent employés pour distinguer les épithéliums et leurs parties constituantes, nous croyons devoir donner ici, en quelques mots, leur préparation et leur usage.

L'acide chromique (1 partie dissoute dans 4000 parties d'eau) produit une très-légère contraction des cellules épithéliales, accentue leur contour et fait apparaître les intervalles qui règnent entre ces cellules. Il les colore en outre légèrement et les rend plus visibles lorsqu'elles sont normalement très-pâles. Le bichromate de potasse peut être employé comme l'acide chromique.

Le nitrate d'argent en solution faible (1 partie pour 300 à 800 p. d'eau) pénètre les cellules, y produit du chlorure et des sels d'argent qui, en se réduisant, surtout sous l'influence de la lumière, indiquent les détails des tissus qu'ils imprègnent et font apparaître la substance intercellulaire.

La teinture de carmin se prépare en dissolvant quelques centigrammes de carmin dans un peu d'ammoniaque ; au bout de 24 heures, on laisse évaporer l'alcali, on étend d'eau distillée et l'on sature presque par un peu d'acide oxalique. Le carmin colore en rose faible les épithéliums et les leucocytes. La couleur se fixe surtout sur le noyau de la plupart des cellules qui devient dès lors apparent. Une trace d'acide acétique rend la couleur fixée plus éclatante.

Le picrocarminate d'ammoniaque s'obtient en ajoutant la teinture précédente à une solution saturée d'acide picrique, jusqu'à ce que le mélange prenne une teinte jus de groseille. Ce réactif colore en jaune la fibrine, le mucus, les cylindres urinifères et le corps des épithéliums, tandis que le noyau se teinte de rose (*Ranvier*).

L'eau iodée colore en jaune verdâtre toutes les portions des éléments anatomiques, jaunit ou brunit les parties de nature protéiques, et colore l'amidon en bleu intense.

L'acide osmique (1 p. d'acide pour 100 à 400 p. d'eau) colore spécialement les corps gras en noir. Il a été employé par Eimer dans l'étude de l'épithélium de l'intestin.

Les matières colorantes de la bile se fixent avec ténacité sur les épithéliums.

pulsé au dehors plutôt que transsudé[1]. Du reste la matière muqueuse paraît former le noyau condensé d'un très-grand nombre d'éléments cellulaires.

Le mucus formé par les muqueuses de beaucoup d'organes se trouve souvent mélangé aux produits des diverses fonctions. On le trouve en quantité variable dans l'estomac, dans le tube intestinal, dans la bile, dans l'urine, dans les crachats, dans la synovie, dans plusieurs tumeurs (*Myxomes*).

C'est une matière analogue à l'albumen de l'œuf, gluante, épaisse, adhérent aux parois sur lesquelles elle coule, qu'elle lubrifie et protége. Elle ne passe pas à travers les filtres. Chauffée, elle ne se coagule ni ne se contracte. Le mucus est dénué de saveur et d'odeur; il est légèrement alcalin. Une partie de mucus p. 100 communique à l'eau la propriété de filer.

Le mucus est tantôt incolore, tantôt jaunâtre. Il est transparent, ou louchi par les cellules épithéliales de forme variable de la muqueuse qui l'a fourni, par des corpuscules entièrement semblables et très-probablement identiques aux globules blancs du sang, par des granulations graisseuses très-petites, par de fines molécules analogues aux grains amylacés de la pomme de terre, quelquefois par des cristaux de cholestérine, enfin (mais surtout dans le mucus des voies respiratoires), par des bulles d'air emprisonnées. Le mucus contient toujours en partie dissoute, mais en plus grande partie à l'état de suspension, une substance gélatiniforme, transparente, très-gonflée à laquelle on a donné le nom de mucine, et qui possède à peu près la composition générale des matières albuminoïdes (voir plus bas).

On trouve encore dans le mucus 1 à 2 millièmes de matières organiques variables avec chaque muqueuse, ainsi que des sels minéraux : chlorures alcalins, phosphates alcalins et alcalino-terreux, sulfates, carbonates, silicates, etc.

L'acide nitrique étendu jaunit par places le mucus, puis le dissout peu à peu en formant une liqueur presque incolore. L'acide sulfurique dilué donne avec lui beaucoup de leucine et de tyrosine. L'acide acétique le fait contracter. La potasse caustique le rend d'abord plus filant, puis le dissout et le transforme.

[1] Voir thèse de concours d'agrégation. Paris, 1872. H. Farabeuf, de *l'épiderme et des épithéliums*, p. 122.

Quevenne, Wright et Nasse ont donné les analyses suivantes, de mucus provenant, le premier de la vésicule du fiel et les deux seconds de crachats humains :

	Quevenne	*Wright*	*Nasse*
Mucine et traces de substances albuminoides.	6.25	32.0	23.75
Substances extractives.	5.44	4.0	9.82
Graisses.	»	»	2.82
Matières minérales (avec forte proportion de chlorure de sodium).	3.31	5.0	8.02[1]
Eau.	985.0	956.0	955.52
	1000.0	997.0	999.93

Suivant Berzelius, 100 gr. de mucus nasal contiendraient 93,37 d'eau ; 5,53 de mucine, 10,4 de matières extractives, et 0,56 de chlorures alcalins.

Le mucus des voies respiratoires pendant les bronchites est beaucoup plus riche en chlorures alcalins.

Le *mucus buccal* est transparent, tenace, alcalin. Il est fourni par les muqueuses buccale et pharyngienne, et par les amygdales. Le *mucus stomacal*, secrété par les glandes muqueuses de l'estomac est filant, grisâtre et alcalin. Le *mucus intestinal*, celui du petit et du gros intestin, est grisâtre, visqueux, adhésif, finement strié, riche en granulations graisseuses et en globules muqueux. Il est alcalin. Il forme quelquefois des flocons ou des fragments semi-solides. Le *mucus vésical*, dont il se dépose toujours un nuage dans l'urine, se mélange au *mucus uréthral* tenace, demi-transparent, riche en épithéliums et souvent en leucocythes. Le *mucus du col* de l'utérus est visqueux, gélatiniforme, transparent, incolore; il est alcalin. Celui du *corps de l'utérus* est grisâtre, un peu visqueux, toujours alcalin. Le *mucus vaginal* est légèrement visqueux et toujours acide. Il est riche en cellules épithéliales pavimenteuses. Les leucocythes y manquent à l'état normal.

Comme nous le disions le mucus peut donc varier suivant les diverses surfaces qui l'ont sécrété, mais la mucine qu'il contient paraît toujours la même[2].

[1] Elles contenaient : chlorure de sodium 5,8 ; sulfate de soude 0,4 ; carbonate de soude 0,2 ; phosphate de soude 0,1 ; phosphate de potasse 1,0 : carbonate de potasse 0,5 ; sulfate de potasse et silice 0,2.

[2] Pour les divers mucus pathologiques, voir la IIIe Partie.

Mucine ou Mucosine.

On peut préparer la mucine avec la bile qui la contient souvent en très-grande quantité; pour cela on additionne cette humeur de son volume d'alcool à 85° centésimaux; il précipite le mucus et les épithéliums que l'on peut séparer par décantation et lavage avec de nouvel alcool. Ce précipité gélatineux est mis alors en suspension et agité avec un grand excès d'eau de chaux ou de baryte qui dissolvent la mucine. Au bout de quelque temps on filtre, et l'on reprécipite la mucine par un excès d'acide acétique; on la lave sur le filtre ou par décantation, à l'eau, à l'alcool et à l'éther.

Des méthodes analogues fournissent la mucine avec les autres mucus. S'agit-il, par exemple, de l'extraire des crachats qui peuvent contenir des matières albuminoïdes solubles, on les étendra d'un peu d'eau acidifiée par l'acide acétique, on lavera par décantation et l'on continuera comme ci-dessus. Staedeler[1] a retiré la mucine des glandes salivaires en les broyant, étendant de beaucoup d'eau, filtrant, ajoutant de l'acide acétique au liquide, et lavant à l'alcool et à l'éther le précipité formé par l'acide. Eichwald[2], qui a bien étudié la mucine de l'*helix pomatia*, l'obtenait par un procédé identique à celui que Rollett a employé pour l'extraire des tendons (voir t. I, p. 326). Cette dernière est d'ailleurs identique à celle que fournit le mucus des muqueuses.

Séparée comme il vient d'être dit, la mucine est une substance floconneuse, incolore ou grisâtre, insoluble dans l'eau mais s'y gonflant et s'y divisant si bien qu'elle traverse alors le papier et donne un liquide trouble, mais qui n'est ni filant, ni écumant.

Les flocons de mucine desséchée ont été analysés par Gorup-Besanez et par Schérer qui ont obtenu les chiffres suivants :

	Mucine des muqueuses (*Schérer*)	Mucine de la vésicule du fiel (*Gorup-Besanez*)
C. . . .	52.41	51.68
H . .	6.97	7.06
Az. . .	12.82	13.22
O. . . .	27.8	28.04

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, t. III, p. 14.

[2] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXXIV, p. 177. Il faut remarquer que Braconnot (*Ann. de chim. et de phys.* [3], t. XVI, p. 319) avait déjà étudié la matière muqueuse de l'écume du limaçon et lui avait donné le nom de *limacine*. Son analyse montre qu'elle diffère de la mucine véritable.

La mucine a été toujours trouvée exempte de soufre.

Staedeler a publié qu'une partie de la mucine des glandes salivaires était soluble dans l'eau, et que cette substance peut exister sous les deux états soluble et insoluble. Cette erreur tient sans doute à ce fait qu'il suffit d'une très-petite quantite de chlorures alcalins pour rendre soluble la mucine très-gonflée, mais non dissoute par l'eau, et communiquer à celle-ci la propriété d'écumer. La mucine soluble que l'on trouve dans certains liquides de l'organisme, tels que l'urine, est aussi rendue soluble par les sels qui l'accompagnent. Ces solutions donnent par l'alcool un coagulum fibrineux, et par l'acide acétique des masses filamenteuses un peu analogues, sous le microscope, aux caillots du sang. Une grande quantité d'eau précipite la mucine inaltérée de ses solutions salines.

Les solutions de mucine ne sont pas diffusibles à travers le parchemin végétal. La chaleur ne les coagule pas.

En suspension dans l'eau ou dissoute par elle, la mucine se précipite en flocons par les acides acétique ou oxalique en excès, et par les acides minéraux étendus, mais non par l'acide carbonique. Les acides minéraux plus concentrés la redissolvent, et permettent de la séparer ainsi des matières albuminoïdes proprement dites qui resteraient insolubles dans ces conditions. Les bases reprécipitent la mucine inaltérée de ces solutions acides. Le traitement à chaud de la mucine par les acides étendus la décomposerait suivant Eichwald (*loc. cit.*), en une matière albuminoïde acide et en sucre. Par l'ébullition avec l'acide sulfurique mêlé de son poids d'eau elle donne de la leucine, de la tyrosine et 7 pour 100 de composés ammoniacaux. (*Staedeler.*)

La mucine se dissout aisément dans les alcalis et les bases alcalino-terreuses étendues. Ces solutions sont neutres et paraissent constituer une vraie combinaison. L'alcool les précipite. Par l'ébullition elles se transforment en une peptone facilement dialysable.

Les dissolutions neutres ou alcalines de mucine ne sont troublées ou précipitées par aucun sel, sauf par l'acétate basique de plomb et par l'alun. Additionnées de potasse et de sulfate de cuivre, elles restent bleues et transparentes. Le tannin ne les précipite pas.

La pyine du pus diffère de la mucine en ce qu'elle est précipitée par le sublimé corrosif et par l'acétate neutre de plomb.

§ 3. — SYNOVIE.

La synovie est le liquide qui baigne les membranes articulaires synoviales. Elle est sécrétée, au moins en partie, par l'épithélium pavimenteux qui recouvre les surfaces articulaires, ou peut-être, comme le mucus auquel elle ressemble beaucoup, elle est due à la détruction de ces cellules.

C'est un liquide visqueux, filant, troublé par des débris de cellules et de noyaux. Sa couleur est jaunâtre, sa réaction alcaline.

La synovie contient de la mucine, une albumine particulière qui communique à l'eau une extrême viscosité et qui se coagule par la chaleur et par l'acide acétique; de la graisse, sous forme de très-fines granulations; des sels divers (chez l'homme 5 à 6 pour 1000 de chlorure de sodium, des traces de bicarbonates et de sulfates alcalins et 1 à 1,7 de phosphate de chaux). La composition de la synovie n'est pas constante. Sous l'influence des mouvements articulaires sa quantité diminue, elle devient alors plus visqueuse, son albumine et sa mucine augmentent, elle s'appauvrit en sels minéraux. C'est ce qu'indiquent les analyses suivantes dues à Frerichs.

	Bœuf à l'étable	Bœuf vivant en liberté
Eau.	969.90	948.54
Mucine.	2.40	5.60
Albumine? (*Synovine*). .	15.76	35.12
Graisse.	0.62	0.76
Sels.	11.32	9.98

Suivant Virchow, le liquide qui mouille les gaînes tendineuses et les bourses muqueuses aurait la même composition que la synovie articulaire.

LIVRE V

RESPIRATION ET PERSPIRATION

Fonction mixte d'assimilation et d'excrétion, la respiration fournit sans cesse à l'animal l'oxygène qui lui est nécessaire pour *consommer* ses aliments et le réchauffer, en même temps qu'elle élimine à l'état de gaz l'eau et l'acide carbonique qui résultent des combustions de la machine vivante. Sous les formes les plus variées, le vertébré, l'insecte, le zoophyte, l'œuf et la graine elle-même respirent par des organes spéciaux, ou par leurs téguments ; la respiration et la perspiration cutanée sont toujours des fonctions complémentaires. Aussi les avons nous rapprochées dans ce Livre qui clôt le cycle des transformations que parcourt la matière à travers l'être vivant.

CHAPITRE PREMIER

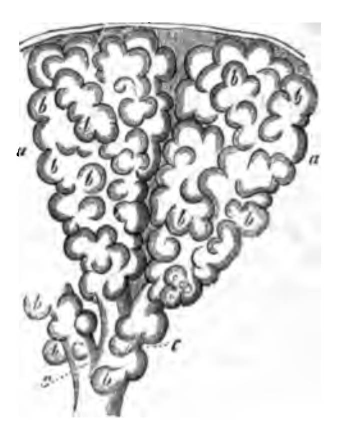
LES POUMONS

Chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, les poumons sont les organes de la respiration. L'air pénètre dans la poitrine, à chaque inspiration, parcourt les bronches jusqu'à leurs ramifications dernières, et arrive à leur extrémité dans les renflements ou lobules, formés de plusieurs vacuoles communiquant entre elles. C'est à travers la mince membrane de revêtement de ces culs-de-sac qu'il entre en contact médiat avec le sang contenu dans les capillaires dont les fines ramifications tapissent les vésicules pulmonaires.

C'est surtout par la texture histologique du poumon que nous

pouvons préjuger de sa composition, car on n'a que bien incomplétement encore abordé son analyse immédiate.

La trachée-artère et les grosses bronches dans lesquelles elle se divise, présentent de dehors en dedans une ou plusieurs couches de faisceaux musculaires lisses, une membrane fibreuse formée de tissu conjonctif, riche en fibres élastiques, une muqueuse revêtue d'épithélium. Dans la membrane fibreuse intermédiaire sont logées des plaques ou portions de cerceaux de cartilage hyalin. A la surface de la muqueuse se trouvent des agglomérations de cellules mucipares qui sécrètent le mucus qui lubrifie ces conduits et forme les produits de l'expectoration. Dans les bronches qui ont atteint un diamètre de $0^{mm},2$, on retrouve encore les membranes fibreuse et muqueuse avec tous leurs caractères ; elles sont entourées d'une couche de tissu musculaire lisse, mais les plaques cartilagineuses ont disparu. Plus loin, dans les canaux bronchiques les plus déliés, qui vont déboucher dans les lobules primitifs *ab*, *ab* (*fig.* 37), les membranes fibreuse et muqueuse se sont confondues en une seule. Enfin, dans ces lobules eux-mêmes (*fig.* 38, p. 130), on n'observe plus que des trabécules d'un tissu conjonctif, très-riche en matière élastique, et recouvertes par un épithélium à noyau et protoplasma. Ces trabécules *a*, *a* (*fig.* 38) forment, en se rencontrant, les vacuoles ou vésicules pulmonaires *b*, *b*, qui communiquent largement entre elles, et sont contenues en très-grand nombre dans chaque lobule *ab* (*fig.* 37). Chacune des vésicules, de forme grossièrement ovoïde ou cubique, reçoit de l'artère pulmonaire une anse principale *d* (*fig.* 39), qui suit les travées intervésiculaires et s'épanouit sur la surface vacuolaire en ramifications déliées et nombreuses, tapissant, sous forme de mailles régulières le fond de tous les culs-de-sac. C'est dans ces ramifications dernières et à travers l'épithélium et la mince paroi de ces vaisseaux, que se fait le double mouvement d'exhalation d'eau et d'acide carbonique et corrélativement d'absorption d'oxygène qui constitue l'*hématose*.


Fig. 37. — Lobules pulmonaires.

A cette description, si l'on ajoute que les poumons contiennent de nombreux vaisseaux lymphatiques et des nerfs, on en aura dit assez pour faire comprendre quelle est la composition approchée de cet organe. En effet, d'après les tissus qui le composent, nous pouvons nous attendre à trouver dans le parenchyme pulmonaire, les substances de la fibre musculaire lisse, et principalement de la myosine, ainsi que ses matières extractives; un peu de cartilagéine provenant du tissu conjonctif et, par conséquent, des matières collagènes; beaucoup d'élastine; du mucus et de la mucine; une petite quantité de ces éléments que nous trouvons dans pres-

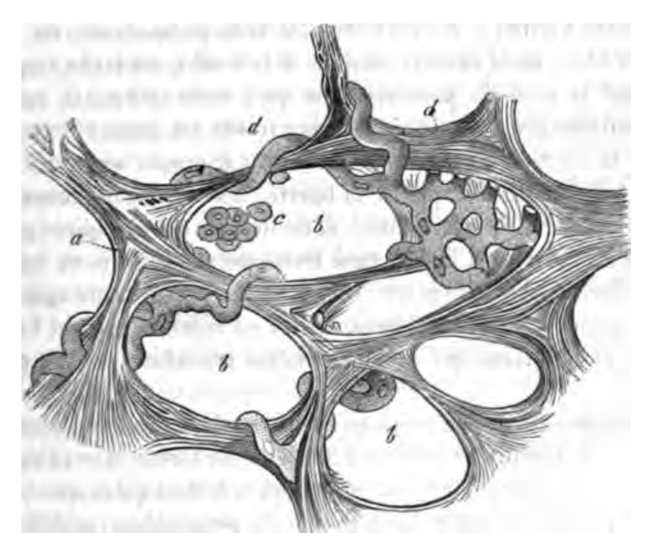


Fig. 58. — Cellules pulmonaires. — b, b, b cellules pulmonaires. — a, réseaux de tissu conjonctif formant leurs parois. — c, épithélium cellulaire. — d, d réseau capillaire des travées et du fond des cellules.

que tous les épithéliums, c'est-à-dire des noyaux et des enveloppes difficiles à dissoudre, ainsi que de la matière protoplasmatique soluble dans les alcalis, presque inattaquable par les acides; un peu de protagon, de caséine, etc...

Suivant W. Marcet, le poumon contient beaucoup plus de matières protéiques coagulables, et moins de matières albumineuses en voie d'élimination que le muscle. (*Ann. chim. phy.*, [4] t. XXX.)

A l'état frais, le poumon offre une réaction alcaline.

Il cède à l'eau une certaine quantité de leucine, probablement

contenue dans l'épithélium de ses vésicules ; à côté de cette subtance, on trouve de la taurine, abondante dans le poumon de bœuf, de l'acide urique et de l'inosite (*Cloetta*)[1], mais pas de glycocolle.

On sépare ces diverses substances par un procédé analogue à celui que nous avons décrit, t. I, p. 292, à propos du sérum musculaire.

Oidtmann a donné l'analyse sommaire suivante des poumons d'un enfant de 14 jours : eau, 796,05 ; matières organiques, 198,19 ; matières minérales, 5,76 pour 1000 parties. Les cendres contiennent des phosphates de sodium et de potassium, du chlorure de sodium, et une grande proportion de fer.

Suivant Verdeil[2], il existe dans le tissu pulmonaire, en partie à l'état libre, mais surtout combiné à la soude, un acide auquel il a donné le nom de *pneumique* et qu'il isole comme il suit. Le tissu pulmonaire broyé avec de l'eau froide est passé à travers un linge ; la solution est coagulée au bain-marie pour séparer l'albumine, puis neutralisée par de la baryte ; après avoir été concentrée aux trois quarts de son volume, cette liqueur est précipitée par du sulfate de cuivre, et le *filtratum* traité par le sulfure de baryum qui enlève l'excès de cuivre. On filtre, on évapore, on ajoute un peu d'acide sulfurique étendu, enfin, on reprend par de l'alcool absolu et bouillant qui dissout et laisse cristalliser l'acide pneumique.

La composition de ce corps qui contient du soufre, de l'azote, du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, sa forme cristalline, ses propriétés générales, ont fait penser qu'il n'était autre que la taurine. Toutefois, d'après Verdeil, l'acide pneumique en diffère en ce qu'il est très-soluble dans l'eau, qu'il rougit fortement le tournesol, et forme des sels avec les bases. Il existe chez les jeunes sujets, comme chez les adultes et les vieillards. Les deux poumons d'une femme guillotinée, bien saine, en ont donné 5 centigrammes.

On a fait jouer à tort à cet acide un rôle important dans l'élimination de l'acide carbonique pendant la respiration ; car, nous le disions plus haut, le parenchyme pulmonaire est toujours alcalin à l'état normal. Il ne peut donc contenir d'acide libre, ca-

[1] *Journ. f. praktische Chemie*, t. LXIV, et *Ann. chim. phys.* (3), t. XLVI, p. 369.
[2] *Compt. rend.*, t. XXXIII, p. 604.

pable de réagir sur le sang pour chasser l'acide carbonique de ses carbonates et phosphates alcalins.

Le tissu conjonctif interstitiel des lobules pulmonaires, les ganglions bronchiques et les vésicules pulmonaires elles-mêmes sont souvent, mais surtout chez l'homme adulte, imbibées par une matière pigmentaire brune ou noire, formée de granulations de 1 à 2 millièmes de millimètres, où de brins à angles vifs, disposés en petits amas ayant 1 à 2 centièmes de millimètres et plus. Cette substance ne peut être confondue avec le *pigment mélanique* (t. I, p. 366) de la peau ou de la choroïde, car elle ne se décolore pas comme celle-ci quand on la traite successivement par la potasse et le chlore, et elle est plus riche qu'elle en carbone. Cette matière noire s'isole du parenchyme pulmonaire en le traitant par l'eau régale, puis lavant le résidu à la potasse, à l'ammoniaque et à l'éther, enfin, l'épuisant par l'eau bouillante. Melsens[1], en opérant ainsi, a obtenu par l'analyse élémentaire 85 p. 100 de charbon, avec un peu d'azote, d'hydrogène et de cendres. Il n'en conclut pas moins, d'après les propriétés de cette substance et sa richesse en carbone, qu'elle est formée de charbon à l'état impur. Elle décolore, en effet, les solutions de bois de campêche et résiste à l'action du chlore. La conclusion de Melsens est celle à laquelle était arrivé Lecanu en 1838[2], et l'on ne saurait avoir le moindre doute à cet égard, quand il s'agit de dépôts en paillettes ou brins, car on a même pu, au microscope, y découvrir les cellules et les trachées végétales caractéristiques de leur origine. Si l'introduction dans les poumons de poussières de charbon aussi grossières, et des particules de silice, chez certains ouvriers tailleurs ou polisseurs, est si facile et si commune, comment ne point penser que les particules si ténues de la fumée de nos foyers et de nos lampes puissent arriver jusqu'à la portion profonde du parenchyme pulmonaire et y occasionner des dépôts noirâtres? On doit cependant ajouter que Bérard, Orfila, Cl. Bernard, Robin, ont montré qu'il suffit de mélanger les aliments de noir de fumée ou de bleu de Prusse, pour que ces substances colorent bientôt en noir ou en bleu les ganglions lymphatiques et les poumons. Outre ces

[1] Melsens. *Compt. rend. Acad. sc.*, 1844, t. XIX, p. 1292.
[2] Analyse de la matière noire trouvée dans le poumon d'un charbonnier. *Arch. gén. méd.*, t. II, p. 160.

substances noires apportées par la respiration, il peut exister dans les poumons de véritables pigments d'origine pathologique, se décolorant par le chlore. Mais nous renvoyons leur étude à la PATHOLOGIE PULMONAIRE.

Les recherches de Cl. Bernard et de Rouget, ont démontré que dans les bronches et les vésicules pulmonaires du poumon des fœtus on trouve de la matière glycogène, contenue dans de petites cellules. Sans doute, cette substance, imparfaitement dédoublée et oxydée pendant la vie intra-utérine, s'accumule dans cet organe. La même observation a été faite par Kühne dans quelques cas de pneumonie ou de phthisie. Le glycogène disparaît rapidement après la naissance.

Les poumons riches en matière glycogène deviennent rouge brun, quand on les traite par une solution étendue d'iode.

CHAPITRE II

DE LA RESPIRATION

Depuis sa naissance jusqu'à sa mort, l'animal consomme des aliments et entretient sa chaleur et sa force en les brûlant au moyen de l'oxygène qu'il absorbe sans cesse. Il l'emprunte soit à l'atmosphère, comme les mammifères, les oiseaux, beaucoup de reptiles et d'animaux inférieurs, soit à l'air dissous dans l'eau, comme les poissons, soit même aux combinaisons oxygénées ambiantes comme le font certains ferments. Que ce phénomène ait lieu par des poumons, des branchies, des trachées, ou par le tégument externe, le résultat général est le même : l'être qui respire consomme de l'oxygène et corrélativement exhale de l'acide carbonique et de l'eau.

Ce double phénomène d'où résulte la révivification continuelle du sang a reçu le nom d'*hématose*.

Nous étudierons spécialement dans ce chapitre les lois physico-chimiques de la respiration chez les animaux supérieurs, le mécanisme de la transformation du sang veineux en sang artériel, et les rapports de la nutrition générale avec la respiration qui est l'un de ses principaux facteurs.

ARTICLE PREMIER

MÉTHODES EMPLOYÉES POUR ÉTUDIER LA RESPIRATION

Quelle est la quantité d'air nécessaire à la respiration de chaque animal dans des conditions déterminées? Quelle est la proportion et la nature des gaz expirés? L'examen de ces deux questions principales a donné lieu à diverses méthodes de recherches que nous nous proposons d'exposer dans cet article, soit pour faire connaître le mode d'expérimentation, suivi par les auteurs, soit pour discuter le degré de certitude qu'on peut attacher aux résultats que nous aurons à signaler plus loin.

§ 1. — MESURE DE LA QUANTITÉ D'AIR INSPIRÉE ET EXPIRÉE.

Deux méthodes ont été suivies pour déterminer le volume de l'air inspiré et expiré : la méthode des mesures directes et la méthode indirecte qui consiste à déduire la quantité d'air expiré et inspiré de la proportion d'acide carbonique produit ou d'oxygène disparu.

Méthode directe. — L'appareil le plus employé pour mesurer la quantité d'air inspiré ou expiré est le *spiromètre* de Hutchinson. C'est une sorte de gazomètre en métal plongeant dans une cuve pleine d'eau. Les gaz expirés se rendent dans l'appareil par un tube muni d'une embouchure qu'on place entre les lèvres du sujet. Ce tube vient, dans le gazomètre, déboucher au-dessus de l'eau. La cloche est elle-même suspendue par des contre-poids de façon à rester en équilibre dans toutes ses positions. On fait inspirer fortement le sujet, puis expirer les gaz du poumon à travers le tuyau du spiromètre. La cloche s'élève : une échelle graduée marque de quelle quantité et indique ainsi le volume expiré. Ce volume porte le nom de *capacité vitale du poumon.*

Cet appareil est très-simple, mais très-défectueux; il donne le volume d'une seule expiration, encore celle-ci est-elle produite dans des conditions spéciales, anormales, et difficiles à délimiter et à définir. Il ne donne pas d'indications sur le volume inspiré ou expiré par l'animal dans les conditions ordinaires de sa respiration normale où ce volume importerait le plus à connaître.

Bonnet, de Lyon, a eu l'idée d'employer le ***compteur à gaz*** pour résoudre ce problème. L'instrument représenté (*fig.* 39), n'est pas tout à fait le sien, mais nous le conseillons comme l'un des meilleurs et des plus simples.

Un cylindre horizontal, dont A B C D est la coupe verticale, est rempli d'eau jusqu'au-dessus de son diamètre BC. Les gaz expirés arrivent par son axe *o* qui est creux et sortent, par le tube *t*, au-dessus de l'eau. Ils s'écoulent en *m* et de là en *n* par l'ouverture *t*. Ils peuvent alors se répandre dans la chambre *m n t* E entièrement close. Cette chambre, grâce à l'arrivée du gaz, s'élève peu à peu et vient prendre la place *r p' n'*. A ce moment l'ouverture E étant au-dessus du niveau B C, les gaz s'échappent, passent dans l'enveloppe I K et sont expulsés par A. Quatre chambres analogues à *m n t* E permettent le fonctionnement continu de l'appareil dont les quatre aubes roulent sans cesse autour de l'axe horizontal *o*. Si l'on connaît la capacité de ces chambres et, par un compteur que porte l'axe *o*, le nombre de tours dans un temps donné, on aura le volume des gaz expirés, et, par contre, en divisant par le nombre des expirations, on saura *très-exactement* le volume de l'une d'elles. Le volume du gaz qui passe à travers l'appareil pour un nombre de tours donné, peut du reste être déduit de deux expériences où l'on recueille et mesure les gaz à leur sortie en A. Un tube en caoutchouc à embout, appliqué à l'extrémité extérieure de l'axe *o* permet l'entrée dans le compteur des gaz expirés par la bouche et inspirés par le nez.

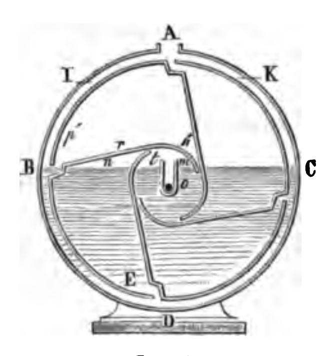


Fig. 39.

Méthodes indirectes. — Étant donnée la composition de l'air inspiré et celle des gaz expirés, la quantité d'acide carbonique total produit dans un temps connu et le nombre d'inspirations, on peut en déduire le volume de l'air inspiré ou expiré pour chaque inspiration et expiration.

Remarquons en effet qu'un animal qui respire librement expire exactement le volume qu'il a inspiré, car la cavité thoracique part d'un état déterminé pour arriver au même état après l'expiration,

et par conséquent l'air introduit est égal, en volume, aux gaz expulsés pris à la température qu'ils ont à la sortie des poumons, au moins pour un certain nombre d'inspirations et d'expirations successives, et pour un état normal et stable de l'animal. Si donc nous représentons par V le volume inspiré ou expiré à chaque inspiration ou expiration, par C l'acide carbonique total produit dans le temps T, par p l'acide carbonique contenu dans un volume d'air inspiré, par P celui qui est contenu dans un volume de gaz expirés [1], enfin par N le nombre d'inspirations dans le temps T, on aura :

$$C = VNP - VNp = VN(P - p),$$

d'où

$$V = \frac{C}{N(P - p)}.$$

On peut, en absorbant C par la potasse, doser très-exactement cette quantité. On peut aussi exactement déterminer N; p peut être sûrement mesuré. Quant à P, l'exactitude de sa détermination et par conséquent celle de V dépendra de la méthode d'analyse gazeuse employée, mais surtout du soin que l'on aura mis à faire la prise de gaz expirés à la température exacte où ils ont été exhalés des poumons.

§ 2. — MÉTHODES DE DÉTERMINATIONS DES GAZ INSPIRÉS ET EXPIRÉS.

On connaît en général avec exactitude quantitativement et qualitativement la composition de l'air inspiré. La détermination de la nature des gaz expirés offre au contraire les plus grandes difficultés. L'étude des gaz de la respiration a été faite par trois méthodes. La suivante permet seule d'arriver à la solution complète de la question.

Méthode des déterminations totales. — Cette méthode, due à Lavoisier et Seguin [2], suivie par Dulong, Despretz et surtout par

[1] Il faut remarquer seulement que cette quantité P doit être calculée pour l'unité de volume des gaz expirés ramenés à la température qu'ils ont en sortant des poumons. On devra donc doser la quantité P en ramenant les gaz expirés à la température de l'haleine de l'animal.

[2] *Mémoires de l'Acad. des sc. de Paris*, 1789, p. 566.

Regnault et Reiset[1], consiste à déterminer exactement : 1° le volume d'air fourni à la respiration ; 2° le volume d'oxygène disparu ; 3° les volumes ou les poids d'acide carbonique et d'eau produits ; 4° s'il y a lieu, les variations de l'azote et l'apparition de divers autres gaz moins importants. On détermine ainsi par l'expérience directe *toutes les quantités qu'il importe de connaître*. Il s'agit seulement de se placer dans des conditions telles que la respiration de l'animal s'exerce normalement.

Regnault et Reiset, qui ont employé de la manière la plus parfaite la méthode dont nous parlons, agissaient comme il suit (voir *fig.* 40 ci-contre) :

L'animal en expérience est introduit tout entier dans une cloche A de 45 litres de capacité mastiquée sur un disque de fonte D D′ (voir *fig.* 40 les détails de cette pièce). Ce disque présente une ouverture centrale *a b* qui permet d'introduire l'animal et se bouche *hermétiquement au moyen d'un couvercle boulonné e f avec interposition de mastic au minium*. La cloche A est entourée d'un manchon B B′ D D′ rempli d'eau et mastiqué en D D′.

La tubulure *f* de la cloche A porte divers ajutages métalliques, deux tubes *i k l n* et *i′ k′ l′ n′* par lesquelles la cloche communique avec l'appareil condenseur de l'acide carbonique, une tubulure *t* qui sert à l'introduction de l'oxygène, une quatrième recevant un tube *e d a* qui fait communiquer la cloche avec un manomètre à mercure *a b c*.

L'appareil condenseur d'acide carbonique consiste en deux vases CC′, pleins de lessive de potasse, communiquant entre eux par le bas, et réunis à la cloche A par de longs tubes dont la partie *n*, *n′*, est en caoutchouc. En élevant et abaissant successivement C et C′ au moyen du balancier O, on aspire l'air de A et on en rejette dans la cloche un égal volume privé d'acide carbonique.

L'appareil destiné à fournir l'oxygène se compose de trois ballons N, N, N ayant chacun une tubulure en haut et en bas. Par *r′*, *r″*, *r‴* on introduit l'oxygène dans les ballons N, N, N préalablement remplis d'une solution de chlorure de calcium pouvant s'écouler par R′, R″, R‴. Cela fait, il suffit de laisser couler la même solution du réservoir supérieur O*p* dans l'un des ballons N communi-

[1] Voir leur mémoire en *Ann. chim. phys.* (3), t. XXVI, p. 299.

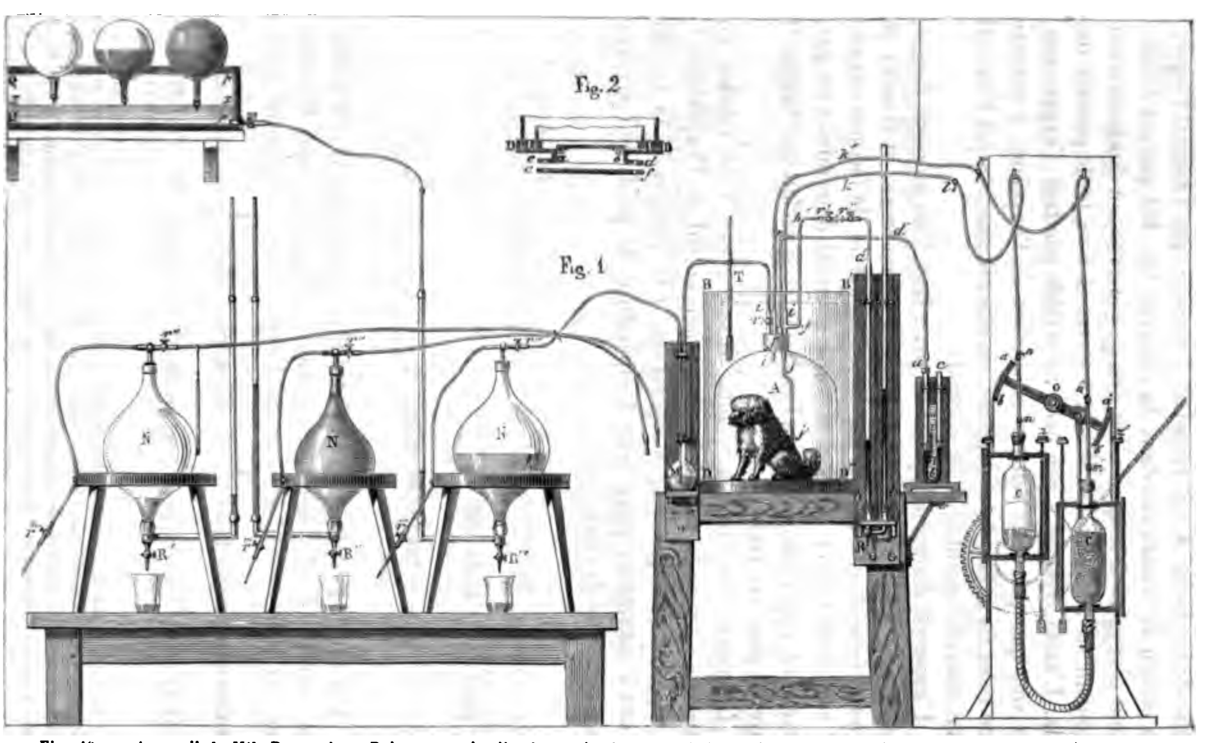


Fig. 40. — Appareil de MM. Regnault et Reiset pour étudier la respiration. — (1) Appareil général. — (2) Mode d'obturation de la cloche.

quant avec la cloche A par l'intermédiaire de M, pour que l'oxygène de la cloche A soit remplacé à mesure que l'animal respire. Le niveau xx' rendu constant du réservoir Qp, fait que cet écoulement d'oxygène a toujours lieu dès que la pression diminue sensiblement en A. Le ballon M sert à suivre et à régler le passage des gaz. L'azote, restant à peu près invariable pendant l'expérience, on voit que par cette rentrée successive de l'oxygène, à mesure que celui du ballon A est dépensé, on fournit sans cesse à l'animal une nouvelle quantité d'air normal.

L'appareil destiné à la prise de gaz à faire à un moment donné, est en $gr'r''a'Rd$, il est d'abord rempli de mercure, et il suffit de laisser écouler ce liquide par le robinet R et de fermer ensuite r'' et r' pour retirer de la cloche une quantité déterminée de gaz. On en fait à part l'analyse dans l'eudiomètre si parfait que Regnault inventa pour ces recherches.

Les calculs se faisaient comme il suit : soit V le volume en litres de l'air de la cloche A au commencement de l'expérience[1], H sa force élastique, t sa température, f la tension de la vapeur d'eau à saturation pour cette température. Le poids de l'oxygène que renferme la cloche est :

$$p_0 = 0.2095 \times 1^{\text{gr}}.4298 \times V \frac{1}{1 + 0.00367t} \times \frac{H - f}{760},$$

le poids de l'azote est

$$p'_0 = 0.7905 \times 1^{\text{gr}}.2562 \times V \frac{1}{1 + 0.00367t} \times \frac{H - f}{760}.$$

A la fin de l'expérience on s'arrangeait pour que, H et t restant les mêmes, V et f fussent invariables. Supposons que l'analyse des gaz pris en $a'b'$ à la fin de l'expérience, ait montré qu'ils renferment, en volume, $\frac{1}{c}$ d'acide carbonique, $\frac{1}{b}$ d'oxygène, et $\frac{1}{a}$ d'azote; négligeons pour le moment une trace de gaz divers[2],

[1] Ce volume est égal à celui de la cloche diminué du volume de l'animal et de ses aliments. On admettait que l'espace occupé par l'animal était égal au volume de son poids d'eau, et le volume des aliments était calculé d'après leur densité. Il y a là de légères causes d'incertitude, mais on verra que les données des gaz de la cloche A n'influent que d'une manière très-minime sur le calcul du poids total d'oxygène consommé et d'acide carbonique produit.

[2] Hydrogène et hydrogènes carbonés.

nous aurons pour le poids de l'acide carbonique contenu dans la cloche :

$$p'' = \frac{1}{c} \times 1^{gr}.9774 \times V \times \frac{1}{1 + 0.00367t} \times \frac{H - f}{760},$$

pour le poids de l'oxygène :

$$P_1 = \frac{1}{b} \times 1^{gr}.4298 \times V \times \frac{1}{1 + 0.00367t} \times \frac{H - f}{760},$$

pour le poids de l'azote :

$$P'_1 = \frac{1}{a} \times 1^{gr}.2562 \times V \times \frac{1}{1 + 0.00367} t \times \frac{H - f}{760}.$$

Le poids de l'oxygène total consommé est donc égal à $P_1 - p_0 + P$. Tout est ici connu, car P est le poids de l'oxygène fourni par les ballons N, N, N ; il peut être mesuré très-exactement par le poids du liquide introduit en N, N, N.

Le poids de l'acide carbonique produit est $p'' + Q$. Le poids Q est celui de l'acide carbonique absorbé dans les pipettes CC' ; ce poids est déterminé par une analyse alcalimétrique.

Le poids de l'azote exhalé ou absorbé est $P'_1 - p'_0$.

Le *poids de l'eau* produite n'a pas été, en général, recherché. Pour le déterminer, on s'arrangeait toujours pour saturer d'humidité l'air de la cloche A, au commencement de l'expérience, et on admettait qu'à la fin, à la même température, il était aussi saturé. On pouvait conclure la quantité d'eau formée du poids dont avait augmenté le système des pompes à potasse CC', diminué de celui de l'acide carbonique absorbé, calculé comme il a été dit plus haut.

L'expérience durait, quelquefois, plusieurs jours, sans que le ujet parût en souffrir, et c'est le poids total d'acide carbonique produit et d'oxygène consommé que l'on mesurait. Aussi les déterminations de Regnault et Reiset présentent-elles les plus précieuses garanties, et par la perfection de la méthode employée et par les nombreuses et concordantes déterminations obtenues, et par l'habileté et le soin scrupuleux des expérimentateurs. Nous sommes obligés, toutefois de faire quelques réserves à propos de leur beau travail.

Ce n'est pas la respiration, à proprement parler, que Regnault

et Reiset ont ainsi étudiée, mais l'ensemble des fonctions respiratoires et perspiratoires. Ces auteurs ont, il est vrai, fait des recherches accessoires qui démontrent que la majeure partie de leurs résultats, si on les applique à la respiration seule, ne sont pas sensiblement altérés, quand on tient compte séparément de la perspiration et de l'émission des gaz intestinaux[1] ; mais cette observation ne saurait s'appliquer à la détermination de l'azote.

Le poids de l'azote se détermine par deux analyses eudiométriques et, par conséquent, les erreurs sont multipliées par le rapport du volume de la cloche A au volume de la prise *a'b'*[2] ; cette erreur est, de plus, proportionnelle aux nombreuses indéterminations que supportent les coefficients, et les observations de H et de *t* qui entrent dans le calcul. Enfin, et surtout, le faible poids de l'azote, contenu dans le volume A, subit toutes les variations dues à la perspiration de l'animal.

De ce que l'azote est resté presque invariable dans les expériences accessoires faites sur *l'influence de la perspiration seule*, on ne saurait conclure qu'il n'a pas varié par le jeu de la respiration ; en effet, puisque dans l'expiration l'oxygène est remplacé par un volume d'acide carbonique presque égal, on peut supposer que par la perspiration il y eu exhalation d'acide carbonique et d'azote, et que l'oxygène est resté invariable, quoique *relativement* il ait diminué[3].

L'eau n'a pu être dosée avec une très-grande précision ; les causes d'erreur sont évidentes, je ne m'y arrêterai pas.

Les tubes qui séparent les pompes à potasse de la cloche A, sont trop étroits et trop longs pour que l'absorption de l'acide carbonique puisse être bien rapide. Les auteurs l'ont reconnu eux-mêmes (Voir *Mém. cité*, p. 318). Le sujet en expérience respirait donc dans un air trop riche en acide carbonique et de plus saturé d'humidité ; conditions d'une respiration imparfaite.

[1] Mémoire cité, p. 505.

[2] On doit cependant dire que l'azote ne se renouvelant pas, les variations de ce gaz dues à la respiration de l'animal, s'accumulent du commencement à la fin de l'expérience et peuvent dès lors, si elles existent, devenir très-sensibles surtout grâce à l'eudiomètre si sensible de Regnault et Reiset.

[3] On pourrait apréhender aussi les rentrées et les sorties d'air dans l'appareil par les nombreux ajutages et par la diffusion à travers les longs tubes *em* et *e' m'* ; on pourrait craindre encore la présence d'un peu d'azote dans l'oxygène employé ; c'est ainsi qu'on a expliqué, en Allemagne, l'exhalation d'azote observée par Regnault et Reiset ; mais ces expérimentateurs affirment toutefois de la manière la plus formelle, que leur oxygène ne contenait pas *une trace* d'azote, et on connait leur habileté analytique. Pour les rentrées d'air voir la description de l'appareil.

Enfin, on ne pouvait opérer sur les grands animaux.

Telles sont les principales causes d'imperfection, qui ont pu légèrement fausser les résultats de Regnault et Reiset. Toutefois, tel qu'il est, leur travail est un admirable exemple de choix dans les méthodes, de conscience dans la mise en œuvre, de sagacité dans l'expérimentation, et leurs études appliquées aux animaux les plus divers, et dans les conditions les plus variées, resteront longtemps encore le fondement le plus stable de nos connaissances sur les phénomènes respiratoires à l'état normal.

Méthode des déterminations partielles. — Dans cette méthode on ne dose plus la quantité d'air (O et Az) fournie au sujet, on mesure seulement le volume des gaz qui sortent de l'appareil à respiration, et on en fait l'analyse centésimale ainsi que celle de l'air inspiré. De ces données on peut déduire l'acide carbonique produit et conclure par le calcul la quantité d'oxygène absorbé pendant l'expérience, à la condition, toutefois, que l'azote ne varie pas, ce que l'on admet *a priori*, ou que l'on détermine par l'analyse centésimale volumétrique d'une faible portion de l'air expiré.

Voici, du reste, comment ont opéré Pettenkoffer et Voit, qui ont employé cette méthode dans leur beau travail sur la nutrition[1].

La chambre respiratoire est d'une grandeur telle que l'homme et de grands animaux y puissent vivre à l'aise (2,5 à 12,5 mètres cubes de capacité). Elle est en tôle, et porte au bas une ouverture par où le gaz respirable s'introduit sans être mesuré. Une pompe à vapeur aspire l'air à travers cet appareil. Il en sort en passant par un compteur à gaz indiquant son volume *à sa sortie*. Une petite pompe latérale permet d'aspirer à un moment donné une partie de l'air de la chambre respiratoire (5 litres environ pour 20 à 25 mille litres qui passent par jour à travers tout l'appareil). On en fait l'analyse centésimale comparativement à l'air extérieur, et les résultats sont calculés pour le volume total d'air employé que mesure le compteur.

Pour soumettre le gaz prélevé à l'analyse, on lui fait d'abord traverser une série de tubes desséchants qui indiquent sa teneur en eau; il passe ensuite à travers un certain nombre d'appareils à

[1] L'appareil de Pettenkoffer est décrit dans *Ann. d. Chem. und. Pharm.* 1862, 2e Supp. Le travail est donné dans les *Münchener Sitzungs.* 1865, 1866 et 1867.

boules remplis d'une solution titrée de baryte. On dose volumétriquement au moyen d'une solution très-faible d'acide oxalique l'alcalinité de la liqueur. Cette solution est telle que 1 cent. cube sature 1 milligr. de baryte. Elle permet de déterminer exactement un dixième de milligramme d'acide carbonique.

Pour doser l'hydrogène et les hydrogènes carbonés, une autre portion des gaz de la chambre respiratoire est aspirée à travers des tubes remplis d'oxyde de cuivre chauffé au rouge. On pèse les quantités d'eau et d'acide carbonique ainsi obtenues. Si l'on soustrait du poids de chacun de ces deux corps celui qui a été directement dosé à la sortie des gaz de la chambre respiratoire : on a par différence le poids de l'eau et de l'acide carbonique provenant de l'hydrogène et des hydrogènes carbonés. En admettant que ces derniers soient surtout formés de gaz des marais, un simple calcul permet de déterminer le rapport des hydrocarbures et de l'hydrogène.

L'oxygène absorbé est indirectement calculé d'après l'augmentation de poids du corps de l'animal (qui doit être en général nulle dans ces expériences), le poids et la composition des excrétions diverses, des produits expirés, et des aliments.

Je pense que l'on voit tout de suite les deux grands inconvénients de cette méthode.

On fait passer à travers tout l'appareil un énorme volume d'air, et on déduit la somme de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique produit de *l'analyse d'une très-minime proportions des gaz respirés*. Les erreurs totales sont donc toutes multipliées par le rapport de ces deux quantités, c'est-à-dire en général dans les expériences de Pettenkoffer et Voit, par le nombre très-élevé de 4000.

Les variations de l'azote, signalées par divers auteurs, sont si faibles qu'on ne saurait espérer que la méthode précédente donnera la moindre indication à ce sujet, car les variations totales déjà très-petites sont ici divisées par le rapport entre la prise et le volume d'air considérable qui traverse tout l'appareil.

Le dosage indirect de l'hydrogène et de l'hydrogène protocarboné accumule sur la détermination de ces deux substances (elles-mêmes en très faible proportion) la somme des erreurs produites par le dosage de l'eau et de l'acide carbonique expirés.

Le calcul indirect de la quantité d'oxygène absorbée comporte toutes les erreurs commises dans les déterminations précédentes, dans l'analyse des fèces et des aliments, et repose d'ailleurs sur

cette hypothèse que les tissus de l'animal ne changent pas de composition du commencement à la fin de l'expérience.

D'autres auteurs ont volontairement restreint la question et se sont proposé de doser simplement la quantité d'acide carbonique ou de vapeur d'eau produite par un animal dans des conditions déterminées, et avec un mode de respiration autant que possible normal. Les beaux travaux d'Andral et Gavarret sur la respiration ont spécialement trait à la *quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon dans l'espèce humaine*[1]. La bouche et le nez du sujet en expérience sont compris dans un masque où l'air extérieur afflue librement à travers une soupape de liége s'ouvrant de dehors en dedans. Ce masque est uni, par un caoutchouc, à un système de trois ballons communiquants B, d'une capacité de 140 litres, où l'on a fait le vide; un robinet gradué R, met ces ballons en communication avec l'intérieur du masque. On ouvre R de façon qu'une légère aspiration tende à se produire; à chaque inspiration l'air pénètre dans le masque et la poitrine; à chaque expiration il est renvoyé dans les ballons B. Quand on veut terminer l'expérience, il suffit de fermer le robinet R, et de mettre les ballons B en communication avec un autre système de ballons B′ vides, par l'intermédiaire de tubes pesés destinés à absorber complétement l'eau et l'acide carbonique de l'air expiré. Connaissant la température et la pression barométrique dans les ballons B et B′ avant et après l'expérience, on peut en conclure le rapport de l'air expiré à l'air ayant passé à travers les appareils absorbants, et par conséquent le poids de l'acide carbonique produit dans un temps donné. Ludwig, E. Smith, Vierordt ont suivi une méthode analogue à celle d'Andral et Gavarret. Quant à Scharling[2], il se servait d'une sorte de guérite hermétiquement close, sauf aux orifices d'entrée et de sortie de l'air. L'individu séjournait dans l'appareil une demi-heure à une heure, et la totalité de l'acide carbonique produit était recueillie dans une solution de potasse. Scharling remarque lui-même que l'air de la guérite contenait quelquefois 1 à 2 pour 100 d'acide carbonique, et qu'il était le plus souvent saturé de vapeur d'eau. Ces observations laissent planer des doutes sur ses résultats.

[1] *Ann. de chim. et de phys.* [3], t. VIII, p. 129 (1843).
[2] Voir *Ann. Chem. Pharm*, t. XLV, p. 214 et *Ann. chim. phys.* [3], t. VIII, p. 478.

Méthode indirecte. — Une dernière méthode due à Boussingault[1] a été appliquée à l'étude des lois de la respiration. On prend un animal et on le nourrit de façon à ce qu'il ne change pas de poids; on pèse et analyse exactement le carbone, l'eau et l'azote total de ses aliments. On en fait autant pour ses excréments. La différence entre le premier poids et le second donne tout le carbone et toute l'eau exhalés par les poumons et par la perspiration, ainsi que l'azote absorbé ou rejeté par les mêmes voies.

Cette conclusion ne peut être regardée comme rigoureuse que si l'on admet que l'animal, en conservant le même poids, a gardé sa composition initiale, ce qui peut n'être pas toujours vrai. Aussi ne doit-on considérer les résultats ainsi obtenus que comme des données approximatives destinées surtout à servir de contrôle aux méthodes précédentes.

ARTICLE II

QUANTITÉ ET COMPOSITION DES GAZ INSPIRÉS ET EXPIRÉS. — PRODUITS DE LA RESPIRATION MOYENNE

§ 1. — QUANTITÉ D'AIR INSPIRÉ ET EXPIRÉ.

Nous avons dit que le volume d'air inspiré était égal au volume des gaz expirés pris à la température même qu'ils ont à la sortie du poumon et sous la pression où ils y étaient contenus.

Ce qu'il importe surtout de savoir, ce n'est pas le volume *maximum* d'air qui peut pénétrer dans les poumons ou en sortir grâce à une inspiration et une expiration extrêmes, c'est-à-dire la *capacité vitale du poumon*, mais bien le *volume* moyen d'une inspiration et d'une expiration ordinaires. On admet, en général, qu'un homme adulte introduit dans ses poumons à chaque inspiration normale 330 centimètres cubes, suivant un certain nombre de physiologistes, 500 centimètres cubes, d'après Vierordt, Valentin, Bérard et quelques autres. Cette quantité varie, avec l'âge et la taille, mais en nous tenant aux chiffres moyens et sachant d'après Hutchinson, que la *capacité vitale* moyenne des poumons d'un adulte ordinaire

[1] *Ann. chim. phys.* [2], t. LXXI, p. 115 (1839). *Ibid.* [3], t. XI, p. 433. — Voyez aussi Barral, *Ibid.* [3], t. XXV, p. 129.

est de 3600 centimètres cubes, on voit que le volume d'une inspiration ordinaire est à peu près le 10ᵉ de cette quantité d'après les premiers auteurs, le 7ᵉ d'après les seconds. En admettant une conformation régulière du tronc, en prenant les nombres que donne Hutchinson pour la capacité vitale ordinaire, enfin en adoptant ceux de Quetelet sur la fréquence de la respiration, nous arriverons pour l'homme moyen de nos climats aux données du tableau suivant :

AGES	CAPACITÉ VITALE	VOLUME D'UNE INSPIRATION	NOMBRE D'INSPIRATIONS PAR MINUTE	VOLUME D'AIR INSPIRÉ PAR MINUTE	VOLUME D'AIR INSPIRÉ PAR JOUR
De 15 à 25 ans..	3590 c. cub	(a)[1] 513 c. cub (b)[2] 359	19.3	(a) 9900 c. c 9 (b) 6928 .7	(a) 14257 litres (b) 9977
De 25 à 30 ans..	3623	(a) 517.6 (b) 362	16.»	(a) 8281 .6 (b) 5796 .8	(a) 11925 (b) 8347
De 35 à 40 ans..	3720	(a) 5314 (b) 372	17.»	(a) 9035 .8 (b) 6324 .0	(a) 13008 (b) 9106
De 40 à 50 ans..	3360	(a) 480 (b) 336	18.5	(a) 8880 .0 (b) 6216 .0	(a) 12787 (b) 8951
De 55 à 60 ans..	2970	(a) 424 (b) 297	»	» »	» »

[1] (a). Chiffres correspondant au 7ᵉ de la capacité vitale moyenne de Hutchinson.
[2] (b). Chiffres correspondant au 10ᵉ de la capacité vitale.

Ainsi, d'après certains auteurs, Valentin et Brünner, Vierordt, Bérard, 12 à 14 mètres cubes seraient inspirés par l'homme adulte dans les 24 heures ; d'après d'autres, H. Davy, J. Dumas, Longet, 8,5 à 10 mètres cubes d'air seulement seraient nécessaire. Nous admettrons le chiffre moyen de 11 mètres cubes par 24 heures ou de 458 litres par heure, parce que seule cette quantité concorde avec les changements de volumes et la composition de l'air expiré, comme nous le verrons tout à l'heure.

Il est du reste bien évident que la taille, la forme du thorax, les climats, le mode d'alimentation, le sommeil ou la veille, le sexe, l'état de santé ou de maladie, influent, comme on le verra plus loin, sur la quantité d'air inspirée ou expirée ; mais on a voulu seulement établir ici les moyennes qui résultent d'un très-grand nombre d'observations.

La *température des gaz expirés* varie avec celle de l'air inspiré.

Elle est en général de 36°,3 d'après Weyrich. Valentin et Brünner ont trouvé :

Température de l'air inspiré	*Température des gaz expirés*
6°.3.	29°.8
15° à 20°. . . .	37°.25
41°.9.	38°.1

Suivant Gréhant, l'air étant à 22°, si l'on inspire par le nez, les gaz expirés sont à 35°,3; si l'on inspire par la bouche, ils sortent à 33°,9.

§ 2. — COMPOSITION DES GAZ EXPIRÉS; RESPIRATION MOYENNE.

On sait que l'air atmosphérique est formé en volumes de :

Oxygène . . .	20.93
Azote.	79.07
	100.00

plus 4 à 6 dix-millièmes d'acide carbonique, ainsi qu'une petite quantité de vapeur d'eau qui subit de grandes oscillations.

Les gaz qui sortent du poumon contiennent sensiblement la même proportion d'azote que l'air; mais pour 79 volumes de ce gaz on n'y trouve plus que 17 à 18 volumes d'oxygène. Sur 100 volumes d'air inspiré 4 à 5 volumes d'oxygène ont donc disparu dans les poumons. En revanche, les gaz de l'expiration, mesurés à la température et à la pression de l'air inspiré, se sont enrichis pour 79 vol. d'azote, de 3^{vol},4 à 4^{vol},50 d'acide carbonique, ainsi que d'une certaine quantité de vapeur d'eau.

Or rappelons que pour faire un volume d'acide carbonique il faut un volume *égal* d'oxygène; si donc tout l'oxygène absorbé pendant l'inspiration était employé à produire de l'acide carbonique, on trouverait dans les gaz expirés un volume d'oxygène exactement égal à celui qui a disparu. Il n'en est rien : chez l'homme l'acide carbonique de l'expiration ne contient que les 86 ou 87 centièmes de l'oxygène absorbé par l'hématose; chez le lapin, les 92 centièmes; chez le chien, les 75 centièmes, etc., et par conséquent une certaine quantité d'oxygène a été employée

soit à former une partie de l'eau des gaz expirés et perspirés, ou de celle qui apparaît dans les urines, soit à constituer d'autres produits excrémentitiels oxygénés[1].

Comme nous le verrons, un homme adulte qui respire librement entre deux repas, produit en une minute 320 centimètres cubes d'acide carbonique[2]. Il enlève donc, d'après les chiffres précédents 372 centimètres cubes d'oxygène à l'air respiré. Mais, d'après le tableau de la p. 147, il inspire dans le même temps de 8500 à 6000 centimètres cubes d'air, en moyenne 6945 centimètres cubes, qui correspondent à 10 mètres cubes par 24 heures. Nous pouvons, d'après ces données, dresser le tableau suivant :

	Air inspiré. (8500 c. cub. par minute.)	*Air expiré.*	*Air expiré.* Calcul fait pour 100 c. cub. d'air inspiré.	*Air inspiré.* (6945 c. cub. par minute.)	*Air expiré.*	*Air expiré.* Calcul fait pour 100 c. cub. d'air inspiré.
	c. cub.	c. cub.		c. cub.	c. cub.	
Az. .	6715	6715	79	5491	5491	79.06
O. .	1785	1413	16.62	1454	1082	15.58
CO^2..	0.0005	320	3.76	0.0005	320	4.61
	8500	8448	99.38	6945	6893	99.25

Telle serait donc la composition centésimale de l'air expiré, dans les deux hypothèses d'une inspiration de 12 et de 10 mètres cubes d'air par 24 heures. Brünner et Valentin ont, par expérience, directement trouvé les nombres suivants :

COMPOSITION CENTÉSIMALE DE L'AIR EXPIRÉ

	Maximum relatif à l'acide carbonique	Minimum relatif à l'acide carbonique	Moyenne relative à l'acide carbonique
Az.	80.304	78.890	79.587
O.	17.246	14.968	16.033
CO^2.. . . .	5.495	3.299	4.380[3]

Nous voyons donc que les nombres fournis par l'expérience, contrôlent le calcul précédent et confirment à leur tour, par une méthode indirecte, que, par la respiration régulière, l'adulte inspire environ 10 mètres cubes d'air, ou 7 litres à peu près par

[1] Ces quantités relatives d'oxygène et d'acide carbonique varient surtout avec l'alimentation.

[2] De 19 à 20 litres par heure d'après *Andral et Gavarret, Dumas, Vierordt.*

[3] Ce nombre est un peu fort. D'après la plupart des autres expérimentateurs, il se rapproche beaucoup de 4.

minute, et expire dans ce même temps 320 centimètres cubes d'acide carbonique.

Nous voyons aussi, d'après le tableau ci-dessus, que 100 volumes d'air inspiré, donnent seulement 99^{vol},25 de gaz expirés, pris à la même température et sous la même pression, mais privés d'humidité. C'est, en effet, ce qui a été observé directement. Suivant les uns, le volume de l'air expiré sec ne représenterait que les 98 centièmes, suivant les autres, que les 98,5 centièmes du volume de l'air expiré, pris dans les mêmes conditions. D'après les calculs, fondés sur les dosages directs d'acide carbonique et d'oxygène expirés et inspirés, il disparaîtrait en volume un peu moins de 1 centième de l'air respiré.

Cette différence, entre le volume de l'air inspiré et des gaz expirés secs, est due à ce qu'une partie de l'oxygène dépensé par la respiration, n'est pas remplacée par un volume égal d'acide carbonique, mais par un volume moindre. En général, chez l'homme, pour 100 parties d'oxygène disparues, 86 seulement se retrouvent dans l'acide carbonique expiré.

Dans des conditions normales et en moyenne, l'homme adulte absorbe en une heure de 19000 à 25000 centimètres cubes d'oxygène soit environ 28 à 36 grammes de ce gaz[1]. Il rejette par l'expiration de 16 à 21 litres d'acide carbonique, correspondant à des poids de 31 grammes et de 41 grammes de ce gaz. (Vierordt, Andral et Gavarret, Scharling, etc.), et contenant de 22^{gr},5 à 30 grammes d'oxygène seulement, et de 8^{gr},5 à 11^{gr},2 de carbone. Le reste de l'oxygène absorbé par la respiration est dépensé à former dans l'organisme d'autres produits.

L'un de ces produits est l'eau. Boussingault a fait voir qu'elle est excrétée en plus grande masse qu'elle n'est absorbée. L'urée, les matières extractives, emportent aussi avec elles une certaine portion de l'oxygène de la respiration ou des aliments.

L'*eau* se trouve en notable quantité dans les gaz expirés. Nous en excrétons par les poumons 500 grammes environ dans les 24 heures soit 0^{gr},340 par minute ; c'est donc 0^{gr},05 de vapeur d'eau que contient en moyenne chaque litre d'air expiré. Cette quantité varie, du reste, avec l'état de l'atmosphère et avec celui de l'organisme ; nous y reviendrons plus loin.

[1] Dumas. *Chim. physiolog.*, p. 456. — Vierordt. *Physiolog. des Athmens.*

Les gaz expirés contiennent, en outre, une trace d'*ammoniaque*, d'hydrogène, et de gaz hydrogènes carbonés; peut-être une très-minime proportion d'*azote* en excès sur celui de l'air inspiré, et *divers gaz* ou vapeurs encore mal connus.

Nous empruntons au traité de *Physiologie de Longet*, t. I, p. 556, le tableau suivant calculé d'après les expériences de Regnault et Reiset. Il nous donnera une vue d'ensemble des phénomènes chimiques respiratoires dans la série des espèces animales

TABLEAU DE L'ENSEMBLE DES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA RESPIRATION CALCULÉ POUR UNE HEURE DE DURÉE ET UN KILOGRAMME DE CHAQUE ESPÈCE ANIMALE D'APRÈS LES EXPÉRIENCES DE V. REGNAULT ET J. REISET (ANNALES DE CHIM. ET DE PHYS. [3] T. XXVI, P. 299 ET SUIV.)

NOMS DES ESPÈCES	POIDS DE L'OXYGÈNE ABSORBÉ	POIDS DE L'ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ	POIDS DE L'AZOTE EXHALÉ	Rapports de poids de l'oxygène absorbé à celui que contient l'acide carbonique exhalé
	GR.	GR.	GR.	GR.
Lapins (moy. de 5 exp.). .	0.883	1.109	0.0042	0.916
Chiens (moy. de 7 exp.). .	1.183	1.195	0.0078	0.745
Marmottes (éveillées). . .	0.986	1.016	0.0093	0.741
Poules (moy. de 6 exp.). .	1.035	1.368	0.0076	0.980
Canard.	1.850	2.126	0.000	0.892
Verdiers (moy. de 2 exp.)	11.371	11.334	0.2456	0.725
Moineaux.	9.595	10.583	0.0089	0.795
Lézards.	0.1916	0.1978	0.0041	0.752
Grenouilles (moy. de 4 exp.).	0.0900	0.0910	0.0000	0.741
Salamandres.	0.0850	0.1130	0.0000	0.824
Hannetons (adultes). . . .	1.019	1.136	0.0087	0.808
Vers de terre (adultes). . .	0.1013	0.1078	0.0007	0.776
Homme[1] (chiffres moyens).	0.518	0.606	?	0.86

[1] Les chiffres relatifs à l'homme sont calculés d'après les nombres rapportés dans notre texte. Ils ne résultent pas des travaux de Regnault et Reiset.

Telle est, d'une manière générale et moyenne, la quantité et la composition de l'air inspiré et expiré, d'oxygène absorbé, d'eau et d'acide carbonique produits. Entrons maintenant dans les détails et cherchons les lois des phénomènes observés ainsi que les causes et les limites de leurs variations.

ARTICLE III

CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES DE L'ABSORPTION ET DE L'EXPIRATION DES DIVERS GAZ

§ 1. — LA RESPIRATION EST ESSENTIELLEMENT UN PHÉNOMÈNE D'ORDRE CHIMIQUE.

Les anciens pensaient que la respiration n'avait d'autre effet que de mêler et de rafraîchir le sang. C'est à Nicolas Le Fèvre[1] que remonte la première idée un peu précise des phénomènes respiratoires. Comme Jean Rey, son contemporain, Le Fèvre avait reconnu l'augmentation de poids des métaux soumis à la calcination ; il l'attribua à la fixation d'un élément qui se trouve dans l'air et qu'il nommait *esprit universel*. Dans la respiration, l'air, dit-il, ne rafraîchit pas seulement le sang, mais encore au moyen de *l'esprit universel*, il subtilise et volatilise toutes les superfluités de ce liquide. Quelques années plus tard, John Mayow[2] montra que l'air renferme un composé gazeux, *gaz* ou *esprit nitro-aérien*, qui s'unit pendant la combustion au corps qui brûle, et qui disparaît lorsqu'un animal respire dans une enceinte limitée. Il admit que le sang s'empare de cet *esprit*, et lui doit sa rutilance, qu'il le porte aux muscles, et que de ce conflit moléculaire résulte la chaleur vitale et la contraction musculaire. C'était la conception de la vérité presque tout entière, mais Mayow ne soupçonna pas le dégagement de l'acide carbonique. En 1757, J. Black[3] reconnut la présence de ce gaz dans l'air expiré. « Je me convainquis, dit-il, que le changement produit sur l'air salubre par l'acte de la respiration provenait principalement, si ce n'est uniquement, de la conversion d'une partie de cet air en *air fixe* (acide carbonique), car.... » Mais Black ne vit pas le rapport qui existe entre le rôle chimique de *cette partie de l'air* qui disparaît et l'apparition de l'acide carbonique. En 1775, Lavoisier découvre la composition de l'air, puis successivement il donne la théorie de la combustion

[1] *Traité de chimie*, Paris, 1660 et Londres, 1664.
[2] *Tractatus quinque physico-medici. Oxonii*, 1674. Cité par Longet.
[3] Voir dans la Bibliothèque britannique, t. XXVIII, p. 329 (1803 à 1805). Les premières remarques de Black sont de 1757.

et de l'oxydation des métaux, et généralisant coup sur coup, il constate que, dans la respiration, il y a absorption d'oxygène par l'animal, dégagement corrélatif d'acide carbonique et d'eau, et que ce phénomène n'est qu'une *véritable combustion du sang*, auquel l'air atmosphérique fournit l'oxygène et le calorique[1]. Dans un mémoire publié en 1780 avec Laplace, Lavoisier avait, en effet, montré que la chaleur produite par l'animal dans un temps donné, est très-approximativement équivalente à celle que fournirait en brûlant une quantité de carbone égale à celle qui est contenue dans l'acide carbonique expiré par l'animal dans ce même temps. Enfin en 1785, il montrait que tout l'oxygène absorbé ne se retrouvait pas dans l'acide carbonique produit, et qu'une portion devait servir à former de l'eau.

Est-ce dans les poumons ou dans les capillaires sanguins que se passe la combustion du sang? Lavoisier hésite sur ce point, quoique la première opinion lui paraisse la plus probable et qu'il l'adopte plus tard. « Ou, dit-il, la portion d'air éminemment respirable contenue dans l'air de l'atmosphère, est convertie en acide crayeux aériforme en passant par le poumon, ou bien *il se fait un échange dans ce viscère* : d'une part, l'air éminemment respirable est absorbé, et de l'autre, le poumon restitue à la place une portion d'acide crayeux aériforme *presque égale* en volume[2]. » Puis, Lavoisier admet que ces deux effets ont lieu simultanément.

Lagrange reprend la théorie de Lavoisier. Il arrive théoriquement à conclure que dans les poumons l'oxygène est seulement absorbé, qu'il sert à produire ensuite durant le cours de la circulation, et spécialement dans les capillaires, de l'acide carbonique et de l'eau, et que ces dernières substances viennent simplement s'exhaler à la surface du poumon pour y être remplacées par de nouvel oxygène.

Davy, en 1799, démontra le premier que le sang contient de l'oxygène libre, et, après de nombreuses et contradictoires expériences, Magnus, en 1837, établit enfin que le sang artériel abandonne, en général, dans le vide plus d'oxygène et moins d'acide carbonique que le sang veineux, et que, par conséquent, le premier de ces gaz disparaît et le second apparaît corrélativement dans les capillaires (Voir t. I, p. 520).

[1] *Mém. Acad. sc.*, Paris, 1789, p. 570 et suiv.
[2] *Mém. Acad sc.*, Paris, 1777, p. 191.

Tels sont les travaux successifs qui ont permis d'établir cette importante et fondamentale proposition : la respiration est essentiellement un phénomène chimique consistant dans l'absorption de l'oxygène par le sang qui traverse les poumons, et dans la production, au sein des capillaires et surtout des tissus, d'une quantité correspondante d'acide carbonique et d'eau, et corrélativement de chaleur vitale.

Mais quel est le mécanisme et la cause de cette absorption d'oxygène et de cette exhalation d'acide carbonique? C'est ce que nous allons développer dans les paragraphes suivants.

§ 2. — ABSORPTION DE L'OXYGÈNE.

Magnus en 1845, et vers la même époque Vierordt, Valentin et Brünner, Erlach, admirent que l'oxygène pénètre dans le sang et que l'acide carbonique en sort et passe dans les vésicules pulmonaires d'après les lois que suivent les mélanges gazeux séparés par une membrane humide. Pour eux l'hématose était un simple effet de diffusion, régi par la loi de Dalton sur les pressions, et surtout, d'après Valentin et Brünner, par les lois de la diffusion des gaz à travers les minces membranes poreuses. Suivant cette hypothèse, pour 1 volume d'oxygène absorbé il devrait y avoir 0,85 volumes d'acide carbonique exhalés. Mais Regnault et Reiset établirent en 1849 que ce rapport est essentiellement variable avec l'espèce de l'animal, son état de jeûne ou d'alimentation, de veille ou de sommeil; que toutes choses étant d'ailleurs égales, ce rapport ne varie pas pour de petites différences de pression de l'atmosphère respirée, et que par conséquent la loi de la diffusion des gaz à travers les minces parois poreuses ne pouvait expliquer le mécanisme de l'exhalation de l'acide carbonique pendant la respiration [1].

Évidemment il y a tendance pour l'oxygène, à passer de l'air dans le sang, suivant les lois de Dalton et de Graham; mais cette diffusion est aussitôt modifiée par l'action que le sang exerce sur ces gaz. Comme le fit remarquer Liebig dans ses *Lettres sur la chimie*, cette absorption d'oxygène est comme la conséquence d'une combinaison chimique instable que l'oxygène contracterait avec

[1] Voir *Ann. chim. phys.* [3], t. XXVI, p. 506.

une des parties constituantes du sang. En effet, un animal qui respire dans de l'oxygène presque pur exhale très-approximativement les mêmes produits que s'il respirait dans de l'air, et il en est à peu près de même quand la pression d'oxygène diminue un peu, ce qui montre que l'oxygène s'unit toujours au sang dans les mêmes proportions. Le passage de l'oxygène et l'exhalation d'acide carbonique à travers la membrane des vésicules pulmonaires peut suivre les lois de la diffusion[1], mais certainement qu'il n'est pas possible d'expliquer l'absorption de l'oxygène par le sang d'après les lois qui régissent les simples solutions gazeuses.

Nous n'avons pas ici à refaire l'histoire des gaz du sang; nous rappellerons seulement que E. Fernet, en 1855[2], démontra que les globules rouges ont spécialement la propriété de s'emparer de l'oxygène; que le sérum du sang privé de ses globules n'en absorbe qu'une quantité près de 100 fois plus faible, mais que toutefois certains des éléments minéraux contenus dans ce sérum augmentent un peu la solubilité de l'oxygène dans ce liquide (*carbonates et phosphates*), ou la diminuent (*chlorures alcalins*), tandis que ces sels agissent dans le même sens, mais d'une manière plus notable sur l'acide carbonique. Lothar Meyer[3] confirma ces recherches quelques temps après. Il montra que le sang mis au contact de l'oxygène, sous diverses pressions, se comportait comme s'il était composé de deux parties : l'une qui absorberait ce gaz suivant la loi de Mariotte, l'autre qui agirait sur l'oxygène indépendamment de cette loi, et en absorberait une proportion beaucoup plus grande que ne le ferait de l'eau pure. On sait aujourd'hui, depuis les travaux de Hoppe-Seyler, rapportés t. I, p. 463, que la substance qui s'unit chimiquement à l'oxygène est la matière colorante ferrugineuse de nature albuminoïde qui se trouve dans les globules rouges et à laquelle on a donné le nom d'*hémoglobine*. Le mécanisme de l'absorption de l'oxygène est donc celui-ci : il traverse par diffusion la fine membrane des vésicules pulmonaires et de leurs capillaires et se dissout d'autant plus rapidement et en quantité d'autant plus notable dans le plasma sanguin que la pression extérieure est plus grande, que le sang en est plus appauvri.

[1] Voyez le § suivant.

[2] *Compt. rend. Acad. sc.*, 31 décem. 1855, t. XLI, p. 1237 et *Thèses de la faculté des sciences de Paris*, 11 mai 1858.

[3] *Die Gase der Blutes. Inauguraldissertation; Fakult. Würzburg.* Gottingen, 1857.

que le sérum est plus riche en carbonates et phosphates, que les globules sanguins sont plus aptes à enlever l'oxygène au plasma au fur et à mesure de son arrivée. Sous cette dernière influence la quantité qui reste en solution dans le plasma ne peut dépasser sensiblement celle qui serait dissoute dans un égal volume d'eau. L'oxygène s'accumule donc dans les globules, et, sous forme d'oxy-hémoglobine, est porté jusqu'aux plus fines ramifications capillaires des divers organes. On n'a pas ici à discuter la question, maintenant résolue, de savoir si c'est dans les poumons mêmes ou dans les capillaires que l'oxygène consume la matière de nos tissus et produit ainsi principalement de l'acide carbonique, de l'eau, de l'urée et corollairement de la chaleur, ni si cet oxygène se trouve dans le sang sous un état spécial très-analogue à l'ozone. Nous avons traité ces questions à propos des gaz du sang, et nous n'y reviendrons pas.

§ 3. — EXHALATION DE L'ACIDE CARBONIQUE.

On a dit, en faisant l'histoire du sang, que sur 5 parties d'acide carbonique extrait par la pompe et avec l'aide des acides, une partie seulement est unie aux globules et 4 environ proviennent du plasma. On ne sait trop sous quel état existe la portion d'acide carbonique unie aux globules; toujours est-il que, d'après les expériences de Holmgren, la tension de l'acide carbonique augmente dans le sang quand on met celui-ci en contact avec l'oxygène, ce qui semble indiquer que durant l'hématose ce dernier gaz chasse en partie l'acide carbonique des globules[1]. Quant à la portion d'acide carbonique appartenant au plasma, elle se compose elle-même de deux parties : l'une qui est simplement en solution et qui correspond sensiblement à celle que dissoudrait, sous la pression ambiante, un même volume d'eau; l'autre qui est chimiquement, quoique faiblement, unie au carbonate et au phosphate de soude du plasma. Ces deux dernières quantités sont liées entre elles par une loi indiquée par Fernet (*loc. cit.*) : « Un équivalent chimique de phosphate de soude *ordinaire* absorbe à l'état de combinaison la même quantité d'acide carbonique que deux équivalents de carbonate de soude ». Toutefois le dégagement de cette portion d'acide

[1] HOLMGREN. *Sitzung. der Wiener Akad*, t. XLVIII. — La présence de l'oxygène triple ou quadruple, la tension de l'acide carbonique du sang.

carbonique ainsi combinée, a lieu facilement, à 37°, soit dans le vide parfait, soit par le passage d'un autre gaz (*H. Rose*, *Marchand*), mais surtout en présence des globules sanguins (*Preyer*).

L'acide carbonique du sang possède donc une certaine tension, qui augmente par l'arrivée de l'oxygène ; il n'est séparé de l'air des cellules pulmonaires (où la tension du même gaz est beaucoup moindre), que par l'épaisseur de la mince paroi de ces cellules ; par conséquent, il est sollicité à traverser cette paroi de dedans en dehors, proportionnellement à la différence des deux tensions et, d'après la loi de la diffusion de ce gaz à travers cette membrane. Ne connaissant ni cette loi, ni la tension de l'acide carbonique dans le sang veineux du poumon, et dans l'air des vésicules pulmonaires, nous ne saurions aujourd'hui suivre, pas à pas, les conséquences de cette théorie. Mais il est certain que le dégagement d'acide carbonique doit être d'abord très-rapide au commencement d'une expiration, et qu'il va en diminuant, à mesure que l'air des vésicules pulmonaires s'enrichit en ce gaz[1]. La tension veineuse, la rapidité du courant sanguin, la pauvreté en acide carbonique de l'atmosphère respirée, l'intégrité et la grandeur des surfaces respiratoires, doivent aussi faciliter la diffusion et l'exhalation de l'acide carbonique.

Remarquons toutefois que ce n'est pas entre les gaz de l'atmosphère et ceux du sang que se passe l'échange respiratoire, mais entre ceux-ci et les gaz contenus dans les vésicules pulmonaires. Or, ces derniers sont très-riches en acide carbonique. Aussi, quelques auteurs ont-ils voulu expliquer le dégagement de cet acide, soit par une décomposition des carbonates du sang, grâce à l'une des matières acides du parenchyme pulmonaire (*Théorie de l'acide pneumique de Robin et Verdeil*), ce qui ne saurait être soutenu aujourd'hui que l'on sait que ce parenchyme est alcalin, soit par une action propre de ce parenchyme, comparable à la sécrétion qui se passe à la surface des cellules glandulaires, explication qui n'éclaircit en rien nos idées.

Nous verrons, du reste, à propos des variations observées dans les phénomènes respiratoires, que tout tend à faire considérer

[1] Ceci n'est pas contredit par l'expérience suivante de Vierordt. Cet auteur a observé que lorsque l'air expiré moyen, contenait 4,48 °/₀ d'acide carbonique, les gaz de la première moitié de l'expiration donnaient à l'analyse 3,72 °/₀ de CO^2, ceux de la dernière moitié 5,44. Ce qui prouve seulement que la première moitié est mêlée de l'air qui était resté dans les bronches et la trachée et n'avait pas servi à l'hématose.

aujourd'hui l'exhalation de l'acide carbonique comme un échange par diffusion[1].

Pour un même état de l'individu la quantité de sang qui passe à travers les tissus, étant à peu près la même dans un temps donné, la circulation entraîne durant cette période un volume presque constant d'acide carbonique qu'elle porte aux poumons. On comprend donc que chaque expiration contiendra, en général, d'autant plus d'acide carbonique que le nombre des respirations, ou que la quantité d'air inspiré et expiré dans un même intervalle de temps sera plus petite. Aussi, Vierordt, pour 6 expirations par minute, avait 5,7 vol. d'acide carbonique dans 100 vol. d'air expiré ; pour 12 exp., il avait 4,1 vol. d'acide carbonique ; pour 24 exp., 3,3 vol. d'acide carbonique ; pour 48 exp. par minute 2,9 vol. d'acide carbonique dans 100 d'air expiré. Toutefois, la quantité absolue d'acide carbonique expiré augmente en général avec le nombre d'inspirations.

Pour une même inspiration, l'air expiré se charge d'autant plus de gaz acide carbonique qu'il est plus longtemps resté renfermé dans les poumons. C'est ce qu'indiquent les nombres suivants dus à Becher :

Temps en secondes.	Acide carbonique dans 100 vol. d'air expiré
0	3.6
20	5.6
40	6.3
60	7.2
80	7.3

On tire aussi de ces chiffres cette conclusion que pour un même laps de temps, la diffusion de l'acide carbonique à travers le parenchyme pulmonaire est d'autant plus petite que le gaz qui est contenu dans les vésicules en est déjà plus chargé : ce qui est bien conforme aux lois de la diffusion gazeuse.

Au point de vue de la calorification, on peut dire que pour 1 gramme d'acide carbonique exhalé, il se produit chez l'animal de 2,5 à 3,5 calories. Ces nombres résultent des expériences les plus diverses. Ils correspondent approximativement aussi à la quantité théorique de chaleur, qui résulterait de la combustion du carbone contenu dans l'acide carbonique exhalé, augmentée de la chaleur de combustion d'une quantité d'hydrogène capable de former

[1] Voir à ce sujet Ludwig. *Lehrb. der Physiolog.* [2], Bd. II[e], S. 304.

de l'eau, avec la partie de l'oxygène absorbé et non transformée en acide carbonique[1].

On a dit, en parlant des gaz du sang, que c'est dans les tissus mêmes que se produit l'acide carbonique, et qu'une très-faible proportion d'oxygène disparaît du sang dans son trajet du cœur aux capillaires. Les expériences de J. Sachs, celles de E. Mathieu et V. Urbain, et les observations de Schutzenberger, démontrent que l'oxygène ne se combine que très-lentement aux matériaux sanguins, et infirment les observations contraires qui avaient été publiées par Estor et Saintpierre. (Voir *Gaz du sang*, t. I, page 522.)

Inutile d'ajouter que l'oxygène disparu ne se transforme pas directement dans les tissus en acide carbonique, et qu'il se fait une série de produits intermédiaires d'oxydation. Nous avons vu qu'une partie de l'oxygène sert à former de l'eau, et en quantité plus abondante avec un régime animal, et plus encore avec une alimentation riche en graisse, qu'avec un régime chargé d'hydrates de carbone. Une autre partie de l'oxygène oxyde le phosphore et le soufre des matières organiques.

Il ne faut pas oublier encore qu'une portion de l'acide carbonique exhalé peut provenir directement du dédoublement des hydrates de carbone.

Nous reviendrons dans l'article IV[e] sur les variations du dégagement de l'acide carbonique avec les divers états de l'animal.

§ 4. — EXHALATION DE LA VAPEUR D'EAU.

L'exhalation de la vapeur d'eau par les poumons, est un phénomène des plus simples. Les gaz de l'expiration sortent saturés de vapeur d'eau; ou, si l'on veut, ils ont exactement dans le poumon la tension de vapeur d'eau, qui correspond à la température du sang (*Grehant*). En effet, la tension de vapeur de l'eau à 37°, est de 49 millimètres de mercure environ, et le poids d'un litre de cette vapeur sous cette pression, est de 0^{gr},052. Nous avons vu d'un autre côté, qu'un homme adulte expire par jour, en moyenne, 10000 litres de gaz; si ceux-ci sortent saturés de vapeur aqueuse,

[1] Voir à ce sujet Longet, *Physiolog.*, t. I, p. 1105, ainsi que le travail de Liebermeister, en *Rev. des sciences. médic.*, de Hayem, t. I, p. 64.

ils devraient contenir 520 grammes d'eau[1]. Ce chiffre est, en effet, très-rapproché de celui de 500 grammes, quantité d'eau que nous avons dit être exhalée journellement par les poumons, et qui varie, du reste, d'après Valentin, entre 330 grammes et 770 grammes.

Suivant le même observateur, à mesure que le nombre des inspirations augmente, la proportion d'eau contenue dans chacune d'elles diminue, ainsi que la quantité totale. Avec 5 inspirations par minute, il obtint $0^{gr},287$ d'eau expirée ; avec 12 inspirations $0^{gr},246$; avec 24 inspirations, $0^{gr},261$; avec 36 inspirations, $0^{gr},197$ d'eau expirée par minute.

Il est bien évident que la température extérieure et surtout l'état hygrométrique de l'air, font varier la quantité d'eau contenue dans les gaz expirés, mais le sens du phénomène reste le même. Nous y reviendrons plus loin.

§ 5. — DÉGAGEMENT ET ABSORPTION D'AZOTE.

On ne saurait douter que l'azote de l'air ne pénètre dans le sang avec l'oxygène, et qu'il ne s'y dissolve proportionnellement à sa solubilité dans les conditions de température et de pression auxquelles il est soumis. Fernet (*loc. cit.*) a prouvé que le coefficient de solubilité de l'azote pour le sérum ($0^{vol},014$ à 15°), est presque exactement le même que pour une solution aqueuse des sels de ce sérum, faite dans les mêmes proportions. D'un autre côté, Setschenow[2] a observé que le coefficient de solubilité de l'azote *dans le sang* est plus élevé que dans l'eau, d'où il croit pouvoir conclure que les globules sont aptes à s'unir faiblement à une petite quantité de gaz azote.

Si pour des causes qui sont encore mal connues (*changement de régime*, *inanition*, etc...), la quantité d'azote qui se trouve normalement dans le sang vient à varier, l'azote atmosphérique pourra être absorbé, ou bien au contraire, l'azote du sang être exhalé à travers les vésicules pulmonaires. Ce dernier cas se réalise le plus ordinairement, car Regnault et Reiset ont établi que l'on trouve presque toujours dans les gaz expirés un faible

[1] Ces gaz n'étant expirés qu'à 35°, il faudrait encore baisser un peu ce chiffre.

[2] *Wien. Akad. Ber.*, t. XXXVI, p. 295.

excès d'azote relativement à l'air que respire l'animal. Je sais bien que Pettenkoffer et Voit n'ont pu constater l'exhalation normale de l'azote dans leurs célèbres expériences sur la nutrition; mais j'ai dit, en discutant les méthodes, p. 143, que le mode d'expérimentation de ces auteurs ne pouvait leur permettre de constater la faible exhalation d'azote signalée par les auteurs français. Pettenkoffer et Voit ont, il est vrai, voulu contrôler leurs résultats par la méthode indirecte ; ils ont dosé chez les tourterelles la quantité d'azote ingérée avec leurs aliments et excrétée par les fèces et les urines. A deux ou trois centièmes près, celle-ci était égale à la quantité d'azote contenue dans les matières alimentaires. Quant à cette faible perte d'azote elle est mise par ces auteurs, sur le compte de l'augmentation de poids de l'animal, mais c'est là une hypothèse, et le défaut d'azote qu'ils ont observé est dans les proportions indiquées par les expériences de Regnault et Reiset. D'ailleurs beaucoup d'auteurs, Dulong, Despretz, Marchand[1] et, plus tard Reiset[2] ont aussi signalé un dégagement d'azote par la respiration[3]. Son poids s'élevait en moyenne, chez les mammifères, aux 7 millièmes de celui de l'oxygène absorbé. Du reste, les dosages de Boussingault d'azote total, dans les aliments et les excréments sur une vache et sur un cheval, l'ont amené à cette conclusion que la vache perdait par les poumons et par la peau 27 grammes d'azote et le cheval 24 grammes par 24 heures[4]. Il faut remarquer que dans ces expériences, ce n'est pas seulement l'azote exhalé par les poumons, mais celui qui est éliminé par la perspiration pulmonaire, cutanée et intestinale qui a été déterminé[5]; mais Regnault et Reiset ont tâché d'établir que la quantité d'azote, ainsi éliminée, était insignifiante ou presque nulle[6].

Dans certaines conditions anormales, les jeunes animaux, les

[1] Voir dans le mémoire de Regnault et Reiset, *loc. cit.*, p. 308.

[2] *Ann. chim. phys.* (3), t. LXIX. p. 129.

[3] Voy. Dulong. *Ann. chim. phys.* [3], t. I, p. 440 (1822). Dulong, dans certains cas, a même vu l'azote être, au contraire, absorbé comme dans quelques expériences de Regnault et Reiset.

[4] *Ann. chim. phys.* [2], t. LXXI, p. 113. On a objecté toutefois à ces expériences que Boussingault n'avait pas tenu compte de la perte d'azote due à la desquamation et à la dépilation.

[5] *Loc. cit.*, p. 508.

[6] Suivant W. Muller l'exhalation de l'azote augmenterait notablement quand l'atmosphère respirée s'enrichit en oxygène. Regnault et Reiset n'ont pas observé ce fait.

individus inanitiés et, surtout, les oiseaux, empruntent de l'azote à l'atmosphère. Cet azote, toujours en très-petite quantité, est-il fixé ou simplement dissous dans le sang? De nouvelles expériences sont, à cet égard, encore nécessaires.

§ 6. — EXHALATION DE DIVERS AUTRES GAZ.

Le *gaz ammoniac* se trouve toujours en très-minime proportion dans l'air expiré. D'après Thiry[1], on peut démontrer sa présence dans l'air, qui s'échappe directement de la trachée. Les jeunes individus en produisent proportionnellement plus que les vieux, les petits plus que les gros. Grouven, en plaçant divers animaux dans une chambre à respiration, a trouvé que les poids d'ammoniaque exhalée par 100 kilos de chacun d'eux était en 24 heures :

Homme.	Jeune garçon.	Bœuf gras.	Bœuf maigre.	Ane.	Chien.	Porc.
0gr.057	0gr.091	0gr.115	0gr.020	0gr.134	0gr.133	0gr.184

D'*autres substances*, d'un poids très-faible, mais mal connues, se trouvent encore dans les gaz expirés. C'est à elles sans doute qu'il faut attribuer, en partie, le danger de la respiration dans un air confiné. On sait, qu'après l'absorption de quantités un peu fortes de vin, d'ail, etc., l'haleine semble être imprégnée de ces substances et que dans plusieurs maladies elle possède l'odeur spéciale au sang. Du reste, le liquide qui provient de la condensation des gaz expirés, se putréfie rapidement. Wiederhold[2] y a trouvé du chlorure de sodium, des urates de soude et d'ammoniaque et de l'acide urique.

Le *gaz des marais* et l'*hydrogène* ont été signalés constamment dans les gaz exhalés par les animaux (*Regnault et Reiset*, *Pettenkoffer et Voit*); mais peut-être ces corps proviennent-ils de la perspiration gazeuse intestinale ou cutanée.

[1] *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. XVII, p. 166.
[2] *Henle u. Meisner Bericht*, 1858, p. 316.

ARTICLE IV

VARIATIONS DES PHÉNOMÈNES RESPIRATOIRES AVEC L'ÉTAT DE L'ANIMAL

Nous avons donné plus haut, p. 149, les chiffres moyens d'air inspiré et de gaz expirés, d'acide carbonique et d'eau exhalés, qui caractérisent la respiration normale de l'homme et des animaux. Mais cette fonction est sujette à de très-grandes oscillations qui tiennent les unes à l'espèce de l'animal et à son état, les autres à la composition et aux variations de l'air respiré. De ces deux ordres d'influences le premier fera le sujet de cet article.

Espèce animale. — Le tableau que nous avons placé à la fin de la page 151, nous donne une idée synoptique intéressante de la espiration des diverses espèces animales. Il est calculé pour un poids égal de chaque sujet, et par conséquent ses chiffres sont comparables entre eux.

Remarquons d'abord que de tous les animaux observés, les oiseaux sont ceux dont la respiration est la plus puissante[1], et que pour une même classe zoologique, à mesure que l'espèce devient plus petite les animaux ont besoin de plus d'oxygène. Chez les moineaux la quantité de ce gaz consommée pour l'hématose est 10 fois plus grande que chez les lapins et 8 fois plus que chez les poules. L'homme est de tous les vertébrés mis en expérience celui qui dépense le moins d'oxygène. Les animaux à sang froid, les reptiles, les vers de terre, font une consommation d'oxygène très-inférieure à celle des vertébrés. Ceux des insectes qui ont été observés respirent, au contraire, très-puissamment, et l'on sait que leur température peut, en effet, s'élever notablement soit pendant le vol, soit pendant la copulation.

Le rapport du poids de l'oxygène consommé à celui qui est expiré sous forme d'acide carbonique, subit aussi des variations, mais beaucoup plus restreintes que l'absorption de l'oxygène elle-même. 9 à 18 centièmes de l'oxygène absorbé disparaissent en général pour former de l'eau, de l'urée ou d'autres produits de

[1] Mais non la *plus rapide*. Les oiseaux respirent beaucoup plus lentement que les mammifères. (Voyez P. BERT, *Leçons sur la physiologie de la respiration*, p. 396.

sécrétion. Les animaux à sang froid n'échappent pas à cette loi. Mais on verra plus loin que le rapport de l'oxygène qui ne reparaît pas dans les gaz de l'expiration à celui qui existe dans l'acide carbonique exhalé varie considérablement pour le même animal avec son mode d'alimentation; à tel point que lorsque le sujet est exclusivement nourri d'herbages ou de grains, l'acide carbonique excrété par le poumon peut contenir plus d'oxygène que n'en fournit la respiration dans le même temps. Ainsi, l'on a la preuve qu'une partie de cet acide carbonique, au moins chez ces espèces animales, provient directement du dédoublement des matières alimentaires ingérées.

Mode de respiration. — Lorsque, dans un temps donné, toutes choses restant égales d'ailleurs, la fréquence de la respiration augmente, la quantité absolue d'acide carbonique expirée s'accroît aussi, mais sa quantité relative dans l'air expiré diminue. Vierordt a donné les nombres suivants[1] :

Fréquence de la respiration par minute.	Acide carbonique exhalé dans une inspiration.	Acide carbonique exhalé en une minute.
6	28,5$^{c\ cub}$	171$^{c\ cub}$
12	20,5	216
24	16,5	396
48	14,5	696
96	13,5	1296

Becher[2] a trouvé, du reste, que lorsqu'on conserve l'air inspiré, de plus en plus longtemps dans les poumons, il se charge de plus en plus aussi d'acide carbonique.

Si, pour un même laps de temps, le nombre des respirations restant du reste constant, la profondeur de chaque respiration, c'est-à-dire la quantité d'air introduite dans les poumons et ensuite expulsée augmente, l'acide carbonique exhalé augmente aussi. Vierordt (*loc. cit.*) a trouvé :

Volume d'air expiré en 12 inspirations et par minute.	Acide carbonique en 100 volumes de l'air expiré.	Acide carbonique total expiré en 1 minute.
3000$^{c\ cub}$	5^{vol}.4	162
6000	4 .5	270
12000	4 .0	480
24000	3 .4	816

[1] Voir *Physiolog. des Athmens*, p. 102.
[2] *Mittheilungen d. Zurichen naturf., Ges.* 1855.

Sexe. Age. — La respiration est plus active chez le sexe masculin que chez le féminin. Le tableau suivant résulte, pour l'espèce humaine, des recherches citées plus haut d'Andral et Gavarret.

	CARBONE CONSOMMÉ EN UNE HEURE	
	Hommes.	Femmes.
De 8 à 15 ans.	7gr.42	6gr.40
De 15 à 20 ans.	10 .76	6 .65
De 20 à 30 ans.	12 .15	6 .35
De 30 à 40 ans.	11 .00	7 .00
De 40 à 50 ans.	10 .53	8 .08
De 50 à 60 ans.	10 .07	7 .30
De 60 à 70 ans.	10 .23	6 .85

Ces résultats sont en accord, du reste, avec l'observation de la moindre *capacité vitale* des poumons chez la femme.

On voit aussi par le tableau précédent, en admettant que l'homme ne change pas sensiblement de poids de 20 à 30 ans, qu'entre ces deux périodes, et jusqu'à cet âge, les phénomènes respiratoires augmentent d'intensité et qu'ils diminuent lentement à partir de cette époque de la vie. Chez un vieillard de 76 ans la consommation de carbone par heure était de 6gr, chez un centenaire de 5gr,9. Il est bien évident aussi que l'âge et le sexe doivent faire varier le rapport de l'oxygène consommé à l'oxygène exhalé sous forme d'acide carbonique. Nous devons remarquer toutefois que les nombres précédents ne sont pas rapportés au poids du sujet. Si l'on fait ce calcul pour les divers âges, on trouve que l'homme consomme, en général, d'autant plus de carbone par kilo qu'il est plus jeune. Lehmann[1] a donné les chiffres suivants :

	Acide carbonique exhalé par heure et par kilo du sujet.
Garçon de 9 ans 9 mois.	0.924
Fille de 10 ans.	0.883
Garçon de 16 ans.	0 589
Jeune femme de 17 ans.	0.455
Homme de 28 ans.	0.447
Homme de 35 ans.	0.512

La même observation a été faite pour les animaux.

[1] LEHMANN. *Lehrbuch*, etc., t. III, p. 320. Ses observations sur l'influence de l'âge sur la respiration de 20 à 35 ans, ne sont pas d'accord avec celles qui résultent, indirectement il est vrai, des nombres d'Andral et Gavarret.

Taille et poids. Animaux gras et maigres. — D'après Arnold, chez l'homme, à partir de $1^m,50$, chaque augmentation de $0^m,25$ dans la taille, augmente la capacité vitale du poumon de 150 centimètres cubes, il en est de même pour chaque augmentation de $0^m,25$ dans la circonférence du thorax. De cette observation on doit conclure à la plus grande activité des phénomènes respiratoires avec l'accroissement de la stature. Mais on ne saurait étendre cette observation au poids de l'acide carbonique exhalé par kilo.

Il résulte des expériences de Regnault et Reiset que, pour une même classe d'animaux, l'intensité des phénomènes respiratoires est d'autant plus grande que l'espèce observée est plus petite. Pour un même poids, un verdier exhale dix fois plus d'acide carbonique qu'une poule. D'après Letellier[1], une souris exhale par kilo et par heure $16^{gr},711$ d'acide carbonique, un cochon d'Inde $2^{gr},526$, et, suivant Boussingault, un cheval ne donne plus que $0^{gr},755$ de ce gaz dans le même temps et pour le même poids.

Les petits animaux appartenant à une classe zoologique déterminée ayant la même température que les gros, et cependant se refroidissant proportionnellement davantage à cause de leur grande surface relative, doivent en effet jouir d'une respiration plus énergique[2].

Les animaux amaigris absorbent, en général, dans le même temps, plus d'oxygène que les animaux gras de la même espèce.

État de la circulation. — Quand la pression sanguine augmente dans les vaisseaux, l'acide carbonique exhalé dans un même temps s'accroît aussi. Il en est encore ainsi lorsque la circulation devient plus rapide. Ces différences s'accentuent surtout pendant les maladies (voir PARTIE PATHOLOGIQUE) et durant les états passionnels.

État d'activité ou de repos musculaire. — C'est à Lavoisier que nous devons cette belle loi qui semble de nos jours comme une conséquence naturelle de la théorie mécanique de la chaleur, qu'*un animal consomme d'autant plus d'oxygène et produit d'autant plus d'acide carbonique que le travail mécanique*

[1] *Ann. ch. phys.* [3], t. XIII, p. 478,

[2] P. BERT, *Leçons sur la respiration*, fait observer toutefois que cette loi se retrouve également chez les poissons auxquels l'explication précédente ne saurait s'appliquer, car ils ont la température du milieu ambiant. Il a aussi observé qu'un moineau et un pigeon étant placés sous deux cloches chauffées où la déperdition de leur chaleur était à peu près nulle, le moineau consommait encore bien plus d'oxygène que le pigeon. (Voyez p. 502.)

qu'il accomplit dans un temps donné est plus grand. Il trouva qu'un homme à jeun, au repos, absorbait par heure 24 litres d'oxygène, et que le même homme à jeun et faisant en 15 minutes un travail de 1466 kilogrammètres consommait 65^{lit},5 d'oxygène. Un homme en pleine digestion consommant 37^{lit},69 d'oxygène par heure, absorbait, dans ce laps de temps, 91 litres de ce gaz quand il accomplissait un travail de 1549 kilogrammètres en 15 minutes[1]. Lavoisier observa même que le travail excessif diminue l'exhalation d'acide carbonique.

Ces résultats furent confirmés par Prout, Scharling, Vierordt, E. Smith, Lassaigne, Valentin, et plus tard par Sczelkow et C. Ludwig, chez l'homme et les quadrupèdes, par Treviranus et Newport sur les insectes. Ces diverses recherches ont donné lieu à un grand nombre de déterminations : citons d'abord celles de Smith[2], relatives à la quantité d'air inspiré pendant le repos et pendant la marche :

	Air inspiré.
Individu couché, éveillé	1
Le même debout	1.33
Le même faisant 1 mille à l'heure	1.90
Le même faisant 2 milles	2.76
Le même faisant 7 milles	7.00

En même temps que la quantité d'air inspiré celle de l'acide carbonique exhalée augmente. Si elle est représentée par 1 pour l'homme au repos, elle devient 1,50 pendant la marche de 1 mille à l'heure, et 2,50 pour 2 milles. Comme l'avaient vu Lassaigne sur le cheval, Prout, et plus tard Vierordt, cet accroissement dans l'exhalation d'acide carbonique se prolonge même longtemps après que la marche ou le travail ont cessé.

Un résultat tout aussi digne d'attention ressort des expériences de Sczelkow[3] sur le rapport de l'oxygène absorbé à l'acide carbonique produit pendant le repos et le travail ou plutôt pendant la contraction musculaire tétanique qu'il provoquait dans les pattes postérieures du chien au moyen d'un courant d'induction. Il trouva que pendant l'activité musculaire, non-seulement l'acide carbonique produit augmentait, mais que souvent le rapport de

[1] *Mém. Acad. sc.*, 1789, p. 575.
[2] *Phil. Transact.* 1859,
[3] *Wiener. Sitzungsber.*, t. XLV.

son volume au volume de l'oxygène disparu dépassait l'unité, c'est-à-dire que l'acide carbonique contenait une quantité plus grande d'oxygène que celui qui avait été soustrait à l'air dans le même temps par la respiration. Voici quelques-uns de ses nombres :

Volumes d'oxygène consommé et d'acide carbonique dégagé en 1 minute par un chien en état de repos ou de tétanos.

	Vol. de CO^2.	Vol. de O.	Rapports des volumes $\frac{CO^2}{O}$.
Repos. . .	4$^{c. cub.}$.97	12$^{c. cub.}$.29	0.404
Tétanos . .	13 .69	12 .11	1.130
Repos. . .	7 .85	12 .76	0.615
Tétanos . .	17 .62	19 .02	0.927
Repos. . .	10 .58	14 .13	0.749
Tétanos . .	19 .25	18 .80	1.024
Repos. . .	6 .99	17 .47	0.400
Tétanos . .	19 .61	30 .35	0.646

De ces observations et de celles que Sczelkow a faites avec C. Ludwig, il résulte que pendant le repos une quantité considérable d'oxygène s'accumule dans l'organisme et provoque sans doute dans les tissus des oxydations partielles ; qu'une autre portion, qui peut être le tiers à peine de la totalité de l'oxygène absorbé, oxyde complétement la matière organique et reparaît, dans les gaz expirés, sous forme d'acide carbonique; mais que durant le travail musculaire, la quantité d'oxygène emmagasinée pendant le repos antérieur apparaît dans les gaz rejetés par le poumon, de telle façon qu'à ce moment l'acide carbonique exhalé contient plus d'oxygène qu'il n'en est absorbé dans le même temps.

Cet oxygène accumulé dans l'organisme par le repos paraît exister dans le muscle. Nous avons dit ailleurs en effet, que Sczelkow a démontré que le sang qui en sort pendant le relâchement de la fibre contractile, a perdu en volume, plus d'oxygène qu'il n'a gagné d'acide carbonique, tandis que celui qui en sort durant la contraction, a gagné bien plus d'acide carbonique qu'il n'a perdu d'oxygène pendant son passage à travers le muscle.

Toutefois l'absorption de l'oxygène est bien moins influencée par les états divers de repos ou de travail, et comme nous allons le voir, de sommeil et de veille, que ne l'est l'exhalation de l'a-

ide carbonique. On ne connaît pas de loi qui relie l'absorption du premier de ces gaz au dégagement du second.

Le travail musculaire porte au double, et au delà, la quantité d'eau expirée et transpirée. Cet accroissement se fait même notablement sentir pendant la nuit qui succède à la fatigue (*Pettenkofer et Voit*).

Sommeil et veille. Engourdissement hibernal. — Depuis longtemps on savait que les animaux à sang froid exhalaient, durant l'engourdissement hibernal, une très-faible quantité d'acide carbonique. Regnault et Reiset, chez les marmottes engourdies, avaient observé que l'acide carbonique produit pouvait s'abaisser au-dessous du vingtième de ce qu'il était chez ces animaux éveillés, et qu'en même temps ils absorbaient de l'azote durant leur sommeil. Il résultait de leurs expériences une conclusion plus singulière encore, c'est que pendant leur engourdissement ces petits quadrupèdes augmentent de poids. Cette dernière observation avait déjà été faite par Sacc, mais les auteurs français découvrirent de plus, que cette augmentation de poids provient d'une accumulation d'oxygène pendant le sommeil, sans exhalation proportionnelle d'acide carbonique[1].

Après ce que nous avons dit tout à l'heure de l'expiration d'acide carbonique et de l'absorption d'un volume plus grand d'oxygène pendant le repos musculaire, nous pouvons nous attendre à trouver, à ce point de vue, dans les phénomènes respiratoires une grande analogie, entre l'état de veille et le travail des muscles d'un côté, le sommeil et le repos musculaire de l'autre. Tous les auteurs qui ont étudié la respiration à ce point de vue ont, en effet, signalé la diminution de l'acide carbonique et la moindre absorption d'oxygène chez l'animal qui dort. Pettenkoffer et Voit[2] ont de plus étendu à l'état de veille et de sommeil les observations de Regnault et Reiset sur l'engourdissement hibernal, et celles de Sczelkow et C. Ludwig, sur l'accumulation de l'oxygène dans l'organisme pendant le repos musculaire, ainsi que sur l'excès d'acide carbonique expiré durant le travail ou pendant la veille, par rapport à l'oxygène inspiré dans le même temps. Voici quelques-uns des résultats obtenus par Pettenkoffer et Voit, relatifs à un jeune ouvrier horloger :

[1] Voir leur mémoire cité plus haut, p. 435 et 446.
[2] *Munch., Akad.*, 1866 et 67. Voir un extrait dans *Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 331.

TABLEAU DE LA RESPIRATION ET DE LA PERSPIRATION CUTANÉE, PENDANT LE JOUR ET PENDANT LA NUIT.

Heures.	CO^2 exhalé.	H^2O exhalé.	O absorbé.	Observations.
12 heures de jour.	532gr.9	344gr.4	234gr.6	Repos ou travail très-léger d'aller et venir.
12 heures de nuit.	378 6	483 .8	474 .4	Sommeil partiel.
Total en 24 heures.	911 5	828 .0	708 .9	
12 heures de jour.	884gr.6	1094gr.8	294gr.8	Travail fatigant.
12 heures de nuit.	399 .6	947 .3	659 .7	Sommeil.
Total en 24 heures.	1294 .2	2042 .1	954 .5	

On voit donc que pendant le jour, même quand le sujet est laissé au repos complet, la quantité d'acide carbonique exhalé est au moins deux fois plus grande que la quantité d'oxygène absorbé[1], que cette proportion augmente encore par le travail, et que pendant la nuit, au contraire, elle s'établit en sens inverse, la quantité d'oxygène absorbé dépassant alors très-notablement celle de l'acide carbonique. En calculant pour 100 d'acide carbonique et d'oxygène les quantités exhalées ou absorbées pendant la veille et le sommeil, on a pour les jours de repos et de travail les nombres suivants :

	Pour 100 CO^2 exhalé		Pour 100 O absorbé	
	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.
Repos. . . .	58	42	33	67
Travail. . .	69	31	31	69

Ainsi par le travail musculaire et pendant le jour, il y a non-seulement exhalation plus abondante d'acide carbonique, mais l'oxygène paraît être emprunté aux matières animales elles-mêmes, et n'être ensuite activement absorbé que pendant la nuit suivante.

Il faut ajouter cependant que Pettenkoffer et Voit n'ont pas toujours dans leurs expériences observé qu'il se fit, durant le sommeil, une accumulation d'oxygène dans l'économie. Souvent la quantité qui était exhalée à l'état d'acide carbonique était égale à celle qui était absorbée dans le même temps par la respiration,

[1] Henneberg, en étudiant la respiration des ruminants, avait aussi trouvé que l'acide carbonique exhalé pendant le jour contient plus d'oxygène que l'animal n'en absorbe dans le même temps.

et même une fois elle fut supérieure. Ces différences peuvent tenir à bien des causes simultanées (alimentation, état cérébral, etc.).

L'urée est éliminée plus abondamment le jour que la nuit; le travail, on l'a vu, ne fait pas augmenter notablement cette sécrétion.

Repos ou activité cérébrale. — L'activité d'esprit accroît-elle la quantité d'oxygène inspirée ou d'acide carbonique produit dans un temps donné, et par conséquent aussi, la quantité de chaleur disponible pour l'entretien des fonctions cérébrales? Il semble que l'on doive répondre affirmativement à cette délicate question, mais sa solution ne résulte que très-indirectement des observations qui ont été publiées. Le cerveau qui travaille s'échauffe, et son sang d'artériel devient veineux, c'est-à-dire qu'il s'y produit une consommation d'oxygène. Lombard a observé que *dans le cerveau* de l'enfant qui dort il se fait des variations de température à allures brusques, sensibles extérieurement. Peut-être par la quantité d'oxygène assimilée, d'acide carbonique et d'urée produits, arrivera-t-on un jour, comme le disait déjà Lavoisier, « à évaluer ce qu'il y a de mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme de lettres qui écrit, du musicien qui compose. Ces effets, considérés comme purement moraux, ont quelque chose de physique et de matériel, qui permet, sous ce rapport, de les comparer avec les efforts que fait l'homme de peine [1]. »

Alimentation et régime. — Nous avons donné (p. 149), les chiffres moyens relatifs à la respiration de l'homme soumis à un régime normal et régulier. Mais ces nombres sont susceptibles de très-grandes variations.

Les quantités d'air respiré et d'acide carbonique expiré subissent dans la journée 2 maximums et 2 minimums, correspondant aux deux repas; ils se produisent environ deux heures après l'absorption des aliments. Vierordt a trouvé, (le déjeuner se faisant à 9 heures et le dîner à 1 heure 30'), qu'on recueille par minute : à 9 *heures*, 261 cent. cubes d'acide carbonique; à 10 *heures*, 251 cent. cubes; à 11 *heures*, 276 cent. cubes; à 12 *heures*, 241 cent. cubes; à 1 *heure*, 276 cent. cubes; à 2 *heures*, 291 cent. cubes; à 3 *heures*, 276 cent. cubes; à 4 *heures*, 261 cent.

[1] *Mém. Acad. sc.*, 1789, p. 575.

cubes; à 6 *heures*, 236 cent. cubes ; à 7 *heures*, 226 cent. cubes.

De même, les quantités d'acide carbonique que l'on peut retirer du sang par le vide subissent aussi 2 maximums et 2 minimums correspondants, mais un peu en retard sur les précédents (*Becher*). Les courbes de ces deux phénomènes sont approximativement parallèles [1].

A jeun, on paraît absorber une trace d'azote et dégager un peu moins d'acide carbonique.

La nature des aliments influe surtout sur la composition des gaz expirés. Pettenkoffer et Voit ont montré, en opérant sur des chiens, que non-seulement l'acide carbonique exhalé, mais que l'oxygène absorbé, ainsi que le rapport de ces deux gaz, varient avec le régime. Pour une alimentation riche en hydrates de carbone apparaissent, dans l'acide carbonique expiré, les 8/10 de l'oxygène absorbé ; si l'alimentation est exclusivement animale, on ne trouve plus que les 3/4 de l'oxygène absorbé dans l'acide carbonique rejetté par le poumon. Avec une nourriture très-riche en amidon et en sucre, les quantités d'oxygène et d'acide carbonique peuvent être égales, et si l'on mange en même temps de la viande, l'oxygène contenu dans l'acide carbonique expiré peut dépasser de plus de 1/3 le poids de celui qui a été absorbée dans le même temps par la respiration. L'oxygène, qui n'apparaît pas sous forme d'acide carbonique exhalé, est en très-grande partie employé à former de l'eau dans les tissus.

Regnault et Reiset ont aussi observé que tout changement brusque de régime entraîne une absorption d'azote, et que la respiration normale ne reparaît que quand l'habitude de la nouvelle alimentation a été reprise.

D'après Proust, Vierordt, l'exhalation d'acide carbonique diminue un peu sous l'influence des boissons alcooliques ou aromatiques stimulantes. Pour Smith, au contraire, le thé, le café, l'alcool, augmenteraient la proportion d'acide carbonique expiré [2].

On n'a pas étudié l'influence qu'exercent sur la respiration les boissons purement aqueuses.

Les variations que l'on constate chez l'omnivore soumis aux divers régimes, s'observent aussi chez les carnivores et les herbi-

[1] *Züricher Mittheilungen*, 1855.
[2] *Philosoph. Magaz.* [4], t. XVIII.

vores. Très-souvent ces derniers, surtout s'ils sont nourris de grains, exhalent sous forme d'acide carbonique un poids d'oxygène bien supérieur à celui qu'ils ont absorbé par les poumons. Ainsi l'on a, pour le rapport en volumes de l'acide carbonique à l'oxygène : $\frac{CO^2}{O} = 0,92$ chez le lapin nourri de carottes; 0,71 chez le chien nourri de viande ; 0,91 à 0,94 pour le chien nourri de pain ; 0,76 pour les poules nourries de viande, 0,92 pour celles que l'on nourrit de pain; 0,62 pour les canards nourris de graines. On voit que le régime alimentaire modifie, bien plus encore que l'espèce animale, le rapport de l'oxygène à l'acide carbonique exhalé.

Inanition. — Lorsque les animaux sont à l'inanition, ils absorbent dans certains cas de l'azote. Cette absorption d'azote qui peut s'élever à 1/2 centième ou 1 centième de l'oxygène assimilé par les poumons, est surtout remarquable chez les oiseaux. Lorsqu'après avoir soumis l'animal à l'inanition, on vient à le nourrir, il absorbe encore quelque temps de l'azote, puis il revient à son régime habituel et exhale alors une trace du même gaz.

On n'a presque pas besoin de dire que tous les auteurs qui se sont occupés de ce sujet ont signalé, pendant l'inanition, une diminution notable de l'acide carbonique expiré. Ainsi, chez une tourterelle, Boussingault a observé :

Après 1 jour de jeûne	CO^2 exhalé	en 1 heure. . .	$0^{gr}.935$
— 3 jours	—	— . . .	0 .417
— 4 jours	—	— . . .	0 .454
— 5 jours	—	— . . .	0 .413

On remarquera, toutefois, qu'à partir du second jour, chez cet oiseau, la quantité d'acide carbonique exhalée ne décroît plus que fort peu. La même observation a été faite, par Bidder et Schmidt, chez un chat privé d'aliments. Ce phénomène de décroissement d'abord rapide, puis d'établissement d'un état constant dans l'exhalation de l'acide carbonique de l'animal inanitié, est analogue à celui qui se produit pour l'excrétion de l'urée dans les mêmes circonstances.

Pendant l'inanition, pour une même proportion d'oxygène absorbée, la quantité d'acide carbonique expirée est moindre qu'avec un régime moyen suffisant.

Pettenkoffer et Voit ont noté qu'un chien de 32 kilos qui, bien nourri, expirait 840 grammes d'acide carbonique par jour, ne donnait plus que 289^{gr},5 du même gaz après 10 jours de diète absolue. Ils n'ont pas observé de rapport bien constant entre la diminution d'acide carbonique et celle de l'urée excrétée.

Lumière et obscurité. — Dans leurs recherches sur l'inanition, Bidder et Schmidt[1] ont prouvé que si l'on aveuglait un animal, l'exhalation diurne de l'acide carbonique tendait à diminuer et à devenir égale à celle de la nuit. On sait aussi depuis longtemps que l'engraissement devient plus rapide si les animaux vivent à l'abri de la lumière. Moleschott a observé que les grenouilles, exposées au soleil, dégagent plus d'acide carbonique que dans l'obscurité. La lumière agit, du reste, indirectement en déterminant l'excitation cérébrale, cause de travail et de combustions internes.

Grossesse et menstruation. — L'écoulement sanguin périodique menstruel chez les femmes est sans doute la cause de la remarquable différence entre l'homme et la femme, observée par Andral et Gavarret, à l'époque de la puberté. Dans le sexe masculin la quantité de carbone brûlée de 10 à 15 ans est, par heure, de 7^{gr},8 ; chez l'homme adulte elle arrive à 11^{gr},2 ; au contraire, tandis que chez la jeune fille, non réglée, elle est de 6 grammes, elle n'augmente pas chez la femme adulte, jusqu'à l'époque de la ménopause où elle croît alors sensiblement. La grossesse, en supprimant le flux menstruel, supprime aussi cette cause de déperdition de combustible et augmente la quantité d'acide carbonique exhalée.

ARTICLE V

VARIATIONS DES PHÉNOMÈNES RESPIRATOIRES AVEC LE MILIEU RESPIRÉ

Variations de pression du milieu respiré. — Quand un animal respire dans de l'air comprimé ou dilaté, si les variations de pression du milieu ne sont pas très-sensibles (10 à 15$^{c.m.}$ de mercure), les phénomènes respiratoires restent à peu près normaux.

[1] *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel*, p. 318. Mitau, 1852.

Si l'atmosphère devient plus dense, les mouvements respiratoires se ralentissent, en général, un peu; si elle se raréfie, les inspirations deviennent un peu plus rapides et les quantités d'oxygène et d'acide carbonique assimilées et exhalées, restent sensiblement constantes.

Mais si les augmentations ou les diminutions de pression dépassent un tiers à une demi-atmosphère, on observe une série de phénomènes bien propres à intéresser au plus haut point le physiologiste et le médecin [1]. Pour une diminution de pression de un tiers d'atmosphère les muscles ne se contractent plus que faiblement quand on les excite, la respiration et le cœur se ralentissent, la pression cardiaque diminue, l'acide carbonique produit et l'oxygène absorbé décroissent; l'urée excrétée tombe bien au-dessous de la normale. En même temps la température de l'animal s'abaisse. J'emprunte au mémoire cité *Sur les pressions barométriques*, p. 81 et 152, les nombres moyens suivants, relatifs au moineau :

	Par heure.	
Pression.	O consommé.	CO^2 exhalé.
76c. m.	145c. c.	122c. c.
50	118	97
30	80	65
24	70	57

Quant à l'urée excrétée on a, pour le chien et par 24 heures :

	Urée.	
	I.	II.
1er jour. Animal à la pression normale.	20gr	19gr.4
2e jour. Animal soumis pendant 6 heures à 1/2 atmosphère.	14.4	11.8
3e jour. Animal respirant à la pression normale. . .	36.8	15.4

Ce décroissement des combustions organiques tient à la tension relative trop faible de l'oxygène dans l'air respiré et non à la diminution de pression. On obtient, en effet, des résultats identi-

[1] Voir à ce sujet le Mémoire de P. Bert, *Recherches sur l'influence que les modifications de la pression barométrique exercent sur les phenomènes de la vie*. Paris, 1874, G. Masson; et Mémoires détachés dans les *Compt. rend. Acad. sc.*, pour 73 et 74.

ques en faisant respirer aux animaux un mélange de gaz de moins en moins oxygéné, maintenu sous la pression normale.

Aux pressions inférieures à celles de l'atmosphère, la mort survient lorsque la tension de l'oxygène de l'air est réduite à une certaine valeur constante qui pour les animaux est de 35^{mm} de *tension d'oxygène*, quelle que soit du reste la pression totale.

Arrivons maintenant aux cas où l'animal respire, au contraire, dans de l'air comprimé.

Si la pression s'élève d'une demi-atmosphère, on voit déjà des troubles survenir dans la circulation, la calorification et la respiration de l'animal. Pravaz[1] a constaté, chez l'homme, en 1850, que dans de l'air que l'on comprime successivement jusqu'à 1100 à 1200^{mm} de mercure, le nombre des pulsations artérielles baisse, tandis que l'acide carbonique exhalé augmente ; mais à partir de cette limite, l'exhalation d'acide carbonique diminue, et si l'on fait encore croître la pression, l'individu se plaint *d'une sensation de froid*[2]. Vierordt, Hervier et Saint-Lager ont même obtenu une diminution de l'acide carbonique expiré pour des augmentations de pression barométrique de 12 à 15^{mm}.

Ainsi donc, à partir d'une certaine pression, l'animal qui vit dans une enceinte comprimée perd moins de carbone par la respiration et se refroidit. Ce phénomène peut être dû à deux causes : ou bien à la pression physique elle-même, ou bien à la densité, à la masse de l'oxygène ou de l'azote mis en contact avec les surfaces respiratoires.

Suivant les observations de P. Bert (*loc. cit.*), si l'on augmente la pression, non plus à la fois de l'oxygène et de l'azote, mais de ce dernier gaz seulement, de façon à laisser à l'oxygène sa densité initiale, l'animal peut supporter des pressions considérables sans en être incommodé, et sans présenter de variations très-sensibles dans son mode respiratoire. Mais il n'en est plus de même lorsqu'on augmente la pression relative de l'oxygène. Dans l'air atmosphérique ordinaire ce gaz est sous la pression de 152^{mm}, c'est-à-dire du 5e environ de la pression totale, et l'on peut, sans grands inconvénients, tripler cette pression ou même fait vivre l'animal dans de l'air qui contiendrait 60 p. 100 d'oxygène et

[1] *Essai sur l'emploi médical de l'air comprimé*. Paris. 1850, p. 57.
[2] *Compt. rend. acad. sc.*, t. VI, p. 896 et t. XI, p. 26 (1838 et 1840).

40 p. 100 d'azote. Dans tous ces cas, la quantité d'oxygène consommée reste à peu près la même, comme l'avaient déjà vu Regnault et Reiset. Mais augmente-t-on la pression de l'oxygène jusqu'à $3^{atm},5$, soit en comprimant l'air où respire l'animal jusqu'à $17^{atm},5$, soit en le faisant vivre dans un mélange à parties égales d'azote et d'oxygène sous une pression de 7 atmosphères, ou dans de l'oxygène pur à $3^{atm},5$, dans ces divers cas, l'animal chancelle, est pris de contractions tétaniques, de roidissement des membres postérieurs, d'opistotonos, et meurt rapidement comme strychnisé. On trouve alors de 30 à 35 centimètres cubes d'oxygène dissous par 100 centimètres cubes de sang dont le plasma se sursature pour ainsi dire d'oxygène, tandis qu'il s'appauvrit en acide carbonique. En même temps la température de l'animal a baissé peu à peu de 3° à 4°, et la quantité d'acide carbonique expirée et d'oxygène absorbé ont diminué beaucoup. L'urée excrétée décroît notablement et la température de l'animal s'abaisse jusqu'au moment de ses convulsions et de sa mort, ce qui s'explique suffisamment par l'affaiblissement des combustions respiratoires. Du reste, tous ces phénomènes subissent quelques variations, quand on passe d'une espèce à l'autre. Tels sont les faits intéressants découverts en 1871, 72 et 73 par P. Bert.

L'oxygène paraît donc agir par l'intermédiaire du sang comme un poison tétanique de la moelle quand il est respiré sous une pression de 2560^{mm} de mercure environ [1].

[1] Le sang sous l'influence d'une augmentation de pression se suroxygénise et paraît alors agir comme un excitant tonique des centres nerveux. Sous l'influence de la diminution de pression il se désoxygénise un peu. Dans ces deux cas les variations dans les quantités d'oxygène que l'on peut extraire du sang par le vide ne sont dues qu'à cette portion de ce gaz qui est absorbée par le plasma sanguin, où l'on sait que les volumes dissous varient avec la pression. Voici quelques nombres donnés par P. Bert (*loc. cit.*, p. 155 et 157). Ils sont relatifs à 100 volumes de sang de chien et indiquent la quantité maximum d'oxygène qui peut se dissoudre aux pressions suivantes par une agitation répétée :

Pressions inférieures à 1 atmosphère.

	I.	II.	III.
Air à $76^{c.m.}$	$13^{c.c.}.2$	$20^{c.c.}.2$	$44^{c.c.}.7$
— à 34.	12 .1	18 .9	44 .0
— à 18.	11 .2	»	38 .2
— à 6.	»	17 .7	»

Pressions supérieures à 1 atmosphère.

Air à 1 atmosphère . . .	$14^{c.c.}.9$
— à 6 — . .	19 .2
— à 12 — . .	26 .0
— à 18 — . .	31 .1

État hygrométrique. — Que l'augmentation du degré hygrométrique de l'air diminue l'exhalation de la vapeur d'eau qui se fait par les poumons, cela est incontestable ; nous avons, en effet, vu que les gaz expirés sont saturés pour 35° environ. Mais que l'état d'humidité de l'air influe grandement sur l'absorption de l'oxygène et sur l'exhalation de l'acide carbonique, c'est ce qui n'est point encore aujourd'hui démontré. L'observation de Lehmann que l'humidité atmosphérique favorise l'expiration de l'acide carbonique demande aussi confirmation[1].

Température ambiante. — L'abaissement de la température augmente l'exhalation de l'acide carbonique. Ce fait avait été déjà signalé par Lavoisier et Séguin. Il fut étudié plus tard par Letellier[2] sur divers animaux. Voici quelques-uns de ses nombres :

	Températures.	*Acide carbonique exhalé par heure.*
Cochon d'Inde	à 0°	3.006
—	de 15° à 20°	2.080
—	de 30° à 40°	1.453
Souris	à 0°	0.266
—	de 15° à 20°	0.249
—	de 30° à 40°	0.134
Tourterelle . .	à 0°	0.974
—	de 15° à 20° . . .	0.684
—	de 30° à 40°	0.366

Barral, en opérant sur lui-même, avait observé qu'il consommait par heure, en hiver, 13 grammes de carbone et, en été, 10 grammes seulement. (Voir aussi E. Smith., *Phil. Transact.* 1859.)

A ce sujet, Vierordt[3] a fait sur l'homme, de nombreuses déterminations ; le tableau suivant donne la moyenne d'un grand nombre d'observations. Les nombres sont relatifs à 1 minute :

Par minute.	Températures moyennes. 8°.5	19°.4
Battements du pouls	72.93	71.21
Nombre de respirations	12.16	11.57
Volume d'air expiré	6672c. cub	6106c. cub
Acide carbonique expiré . . .	299c. cub 3	257c. cub 8
CO^2 pour 100 d'air expiré . .	4c. cub 28	4c. cub 0

[1] *Lehrbuch. der Physiolog.*, 1853, T. III. p. 303.
[2] *Ann. chim. phys.* [3], t. XIII, p. 478.
[3] *Physiolog. des Athmens.* p. 79.

Liebermeister a remarqué que sous l'influence du bain froid la quantité d'acide carbonique éliminée augmente, et reste plus considérable pendant les 20 minutes suivantes, puis tombe quelque temps au-dessous de la normale[1].

Il en est autrement des animaux à sang froid ; ils exhalent plus d'acide carbonique si le milieu ambiant est plus chaud (*Spallanzani*, *W. Edwards*, *Moleschott*), mais au delà d'une certaine limite (de 14 à 18° pour les grenouilles, d'après Marchand), l'acide carbonique diminue à son tour à mesure que la température s'élève.

La température des gaz de l'expiration varie elle-même avec celle de l'air ambiant (voy. t. II, p. 148).

Variations de l'air respiré. — Si l'air inspiré est simplement mêlé de gaz inertes, non toxiques, tels que seraient l'azote ou l'hydrogène, la respiration peut se continuer longtemps sans danger pour le sujet, tant que la proportion de ces gaz inertes n'abaisse pas la teneur de l'atmosphère en oxygène au-dessous de 17 p. 100. Mais dans un mélange gazeux de 15 p. 100 d'oxygène et de 85 d'azote, des oiseaux périssent en moins d'une heure, même quand on absorbe l'acide carbonique au fur et à mesure de sa production (*Snow*)[2]. Une souris ne vit guère au delà de 5 minutes dans un mélange de 10 volumes d'oxygène et de 90 d'azote. Mais, ainsi que nous le disions, on peut augmenter de quelques centièmes la proportion de gaz azote dans l'air respiré, ou même remplacer ce gaz par de l'hydrogène pur, comme l'ont fait Regnault et Reiset, sans qu'il en résulte autre chose, qu'une plus forte exhalation d'acide carbonique corrélative d'un refroidissement plus grand de l'animal. On observe même quelquefois, chez celui-ci, à la suite de ces expériences, un sommeil profond et paisible[3].

Il suffit souvent, au contraire, d'une très-faible proportion de gaz toxiques pour rendre une atmosphère irrespirable. De ces gaz, le plus intéressant est l'acide carbonique qui se forme dans la respiration même, et qui rend le milieu presque asphyxiant, lorsque sa quantité arrive à être égale à celle qui se trouve moyenne-

[1] Voir Rev. *sc. med. de Hayem*, t. I, p. 63.

[2] Voir ce qui a été dit plus haut de la diminution de tension de l'oxygène capable d'entraîner la mort des moineaux.

[3] Berzelius. *Traité de chimie*, Paris, 1833, t. VII, p. 106.

ment dans l'air expiré, c'est-à-dire, en volumes, à 4,5 p. 100. A 10 p. 100 l'asphyxie est très-rapide. A 1 p. 100 la gêne respiratoire est déjà notable et l'on éprouve ce malaise spécial que tout le monde a ressenti dans les lieux de réunion très-nombreuse, et mal ventilés. Quoiqu'un animal placé dans de l'air contenant un demi-centième d'acide carbonique pur semble respirer encore normalement, il a été reconnu que dans les étables mal aérées, les grands animaux commencent à dépérir lorsque l'air ambiant où ils vivent contient habituellement plus de 3 volumes d'acide carbonique pour 1000.

Legallois et après lui W. Muller, Cl. Bernard, Valentin, ont montré que dès que la quantité d'acide carbonique de l'atmosphère respirée dépasse une certaine limite, ce gaz tend à être redissous par le sang, et que lorsque, par ce mécanisme, l'animal en a absorbé une quantité suffisante, il tombe dans un narcotisme bientôt suivi de mort, même lorsque le volume d'oxygène ambiant se maintient entre 21 et 18 p. 100. Toutefois, les effets de l'intoxication due à l'acide carbonique sont d'autant plus violents et plus rapides, que l'appauvrissement de l'air en oxygène est plus grand.

Il résulte des expériences de P. Bert, qu'en moyenne, pour le chien, le chat, le rat, la souris, respirant dans une atmosphère confinée, la mort arrive lorsque l'acide carbonique produit forme les 26 centièmes du gaz respiré, quel que soit du reste le volume d'oxygène initial. Toutefois, si l'oxygène fait défaut et s'abaisse au-dessous de 2 à 4,5 pour 100, suivant les cas, l'animal à sang chaud, quelle que soit la quantité d'acide carbonique formé, périra faute de gaz respirable[1].

Les effets toxiques de l'acide carbonique sont l'une des causes du danger de la respiration dans les atmosphères confinées. Mais telle n'est pas la seule raison de leurs effets délétères. Outre que les enceintes closes et trop étroites se saturent rapidement d'humidité, elles reçoivent aussi les produits de la transpiration cutanée et du tube intestinal, et se chargent de cette matière animale dont nous parlerons à propos de la perspiration, matière qui se putréfie avec une très-grande rapidité. De là ces intoxications rapides observées quelquefois dans les câles des navires et dans les prisons où l'on entasse un grand nombre d'hommes. En se basant

[1] Voy. *Leçons sur la respiration*, p. 510 et 518.

sur les indications précédentes, et prenant l'acide carbonique comme témoin de l'impureté de l'air respirable, on peut dire que la ventilation doit être telle qu'à aucun moment ce gaz ne puisse dépasser 1 p. 100 dans la pièce ventilée, et qu'en général, sa quantité ne soit pas supérieure à 1 ou 1,5 p. 1000. — Nous avons du reste traité ce sujet dans la partie de cet ouvrage consacrée à l'Hygiène.

Les gaz essentiellement délétères tels que l'hydrogène sulfuré, le cyanogène, l'oxyde de carbone, l'hydrogène phosphoré, le peroxyde d'azote, les vapeurs volatiles des divers éthers, etc., tuent d'autant plus rapidement et à doses d'autant plus faibles que la respiration de l'animal est plus puissante. 1 volume d'hydrogène sulfuré sur 1500 volumes d'air ne permet pas à un petit oiseau de vivre plus de quelques minutes. 1 volume sur 800 est mortel pour un chien; 1 volume sur 250 intoxique rapidement un cheval. Les autres gaz agissent plus puissamment encore. Nous avons donné à propos du sang, quelques renseignements sur l'action toxique spéciale de quelques-uns d'entre eux.

C'eût été le lieu de parler ici des rapports si importants qui existent entre la nutrition, la respiration et la calorification chez l'animal, si ces questions n'avaient été déjà traitées à propos des Aliments et de la Nutrition générale. Nous renvoyons le lecteur à ces deux chapitres, t. I, p. 83 et 565.

CHAPITRE III

PERSPIRATION CUTANÉE

La peau est le siége, chez l'homme et les divers animaux, d'une exhalation et d'une absorption continue de matériaux gazeux, fonction que l'on pourrait appeler *respiration cutanée*, si le phénomène de l'hématose ne séparait pas profondément la respiration pulmonaire de la perspiration. La respiration proprement dite et la perspiration cutanée se complètent cependant l'une l'autre à

tel point, que chez les animaux inférieurs l'absorption de l'oxygène par la peau entretient à elle seule l'hématose, et que chez les êtres plus élevés les troubles apportés dans la transpiration cutanée se répercutent aussitôt sur la fonction respiratoire.

Nous ne parlerons pas ici de la sueur, c'est-à-dire de la partie liquide sécrétée par les glandes sudoripares. Nous avons déjà traité cette sécrétion en son lieu (t. II, p. 78). Nous n'avons à nous occuper dans ce chapitue que de la partie gazeuse exhalée ou absorbée par la peau. C'est ce phénomène continu qui constitue la *perspiration cutanée* proprement dite.

Par la perspiration, la peau rejette sans cesse de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et un peu d'azote, et absorbe peut-être une petite quantité d'oxygène.

L'eau perspirée à l'état de vapeur, que l'on peut recueillir sur un manchon refroidi placé autour de la partie en expérience, est presque de l'eau pure à peine chargée d'une trace de produits volatils; elle ne se putréfie pas lorsqu'on la conserve (*Anselmino*). Cette eau est en partie due à l'évaporation du liquide versé à la surface de la peau par les glandes sudoripares, et aussi en partie à une véritable transsudation de vapeur aqueuse à travers l'épiderme. Cette dernière quantité doit être d'ailleurs extrêmement faible, vu l'imperméabilité de cette membrane; mais il est impossible, encore aujourd'hui, de dire pour quelle proportion elle entre dans le produit de la perspiration totale.

W. Edwards, dans ses expériences sur les reptiles et sur l'homme, a montré que la perspiration cutanée est en grande partie régie par les lois physiques de l'évaporation des liquides exposés à l'air, et que sans *devenir nulle*, elle se réduit à son minimum dans une atmosphère saturée d'humidité, et augmente beaucoup sous l'influence de l'agitation de l'air[1].

L'exhalation de l'acide carbonique par la peau, a été démontrée d'abord par Spallanzani sur des grenouilles et des salamandres auxquelles il avait excisé les poumons et qui, placés dans des bocaux fermés, continuaient à excréter de l'acide carbonique et à absorber de l'oxygène. — Il suffit, du reste, de laisser sa main ou son bras dans une cloche pleine de mercure ou d'eau pour constater bientôt un dégagement d'acide carbonique. Scharling[2], Re-

[1] Voir *Influence des agents physiques sur la vie*, p. 84, 92, 583 à 599, 127 et 608.
[2] *Journ. fur prakt. Chem.*, t. XXXVI.

gnault et Reiset[1], ont étudié et mesuré la nature et la quantité des gaz produits à la surface de la peau en plaçant l'homme ou les animaux soit dans des espaces clos traversés par un courant d'air qu'ils analysaient à sa sortie, soit dans des espaces entièrement fermés, mais dans lesquels ils absorbaient successivement l'acide carbonique par la potasse. La tête de l'animal était laissée au dehors pour lui permettre de respirer et de rejeter sans cesse à l'extérieur les produits de son expiration.

Regnault et Reiset ont donné les analyses suivantes des gaz de la perspiration. Ils étaient recueillis après huit heures d'expérimentation, et ne pouvaient se renouveler autour du sujet[2].

	AIR ATMOSPHÉRIQUE.	GAZ AMBIANT DE LA PERSPIRATION		
		Poule.	Lapin.	Chien.
Oxygène	20.81	20.76	20.55	20.67
Azote.	79.15	78.97	79.09	79.04
Acide carbonique. .	0.04	0.27	0.36	0.29

On voit que dans l'espace clos où s'est faite la perspiration continue de l'animal, l'azote reste sensiblement constant, que l'acide carbonique augmente un peu et que l'oxygène diminue. « Si l'on suppose que l'acide carbonique s'est formé aux dépens de l'oxygène de l'air, on reconnaît qu'il n'a disparu d'oxygène dans d'autres combinaisons que dans l'acide carbonique, car l'on retrouve presque exactement la composition de l'air atmosphérique, en ajoutant à l'oxygène libre celui qui se trouve dans l'acide carbonique ; mais on peut supposer aussi qu'il y a eu exhalation d'acide carbonique et d'azote, et que l'oxygène est resté invariable. » (Regnault et Reiset, *loc. cit.*, p. 509).

D'après Gerlach, le volume d'oxygène disparu serait notablement plus grand que celui de l'acide carbonique exhalé, et une certaine quantité du premier de ces gaz serait directement absorbée par la peau.

Des expériences de Regnault et Reiset, il résulte que pour les mammifères et les oiseaux, la quantité d'acide carbonique qui s'exhale par la peau (augmentée même de celle qui se dégage du tube digestif) est toujours très-petite. Elle s'élève rarement au cinquan-

[1] *Ann. chim. phys.* [3], t. XXVI, p. 505.
[2] Une petite quantité de ces gaz ont pu, dans ces expériences, être émis par l'anus.

tième de celle qui est fournie par la respiration pulmonaire. (Chien: CO^2 *perspiré* = 3 à 4 millièmes du CO^2 *exhalé* par la respiration. — Lapin : CO^2 *perspiré* = 10 à 17 millièmes du CO^2 *expiré*)[1]. Chez l'homme, d'après Scharling, l'acide carbonique perspiré égale les 9 à 10 millièmes de l'acide carbonique expiré. Cet auteur a donné les chiffres suivants :

	Poids du corps en kilos.	ACIDE CARBONIQUE EXPIRÉ EN 1 HEURES Par les poumons et la peau.	Par la peau.
Garçon de 10 ans. . .	22	20.338	0.181
Jeune homme de 16 ans.	57.75	34.280	0.181
Homme de 28 ans. . .	82	36.623	0.373

Ces chiffres ont été confirmés par Gerlach.

D'après ce dernier auteur[2], quand la température ambiante et l'activité musculaire augmentent, l'acide carbonique exhalé par la peau s'accroît rapidement et s'élève, en 15 minutes, à la quantité qui serait produite dans les vingt-quatre heures. Gerlach faisant ses expériences sur une partie du bras ou de la jambe d'un homme adulte, trouva pour 100 d'oxygène consommé : acide carbonique perspiré : pendant le *repos* 207 à 322, pendant le *mouvement* 610.

L'azote est-il exhalé ou absorbé par la perspiration soit à l'état de gaz libre, soit à l'état de composés ammoniacaux? Regnault et Reiset ont démontré que chez l'animal bien portant, les quantités de sels ammoniacaux ou d'ammoniaque libre des gaz de la perspiration et de la respiration sont nulles ou infiniment faibles. D'un autre côté, il est douteux que l'azote en nature soit exhalé ou absorbé par la peau. Toutefois, les nombre de Regnault et Reiset ci-dessus inscrits, indiquent toujours qu'une faible quantité d'azote disparaît dans les gaz de la perspiration, mais il faut ajouter que d'après Ingenhouz, Collard de Martigny et Gerlach, il y aurait, tout au contraire, un excès d'azote très-notable dans les gaz perspirés par la peau de l'homme.

D'après Gerlach, la peau absorberait de l'oxygène. Il a trouvé que l'homme adulte, au repos absolu, absorbait en vingt-quatre heures 1857 pouces cubes, et pendant qu'il s'échauffe ou marche,

[1] *Loc. cit.*, p. 507.
[2] *Muller's Archiv.*, 1851.

3780 pouces cubes d'oxygène. Ces résultats ont été controversés et demandent confirmation.

La suppression des fonctions de la peau amène rapidement la mort des animaux. Foucault[1] a prouvé, qu'en supprimant à l'aide d'enduits imperméables, de vernis, de colle forte, la perspiration cutanée sur une surface un peu notable, les animaux périssaient rapidement comme intoxiqués. Ces résultats ont été confirmés par Bouley, Cl. Bernard, Valentin. Il survient dans ces cas des hypérémies et des hémorrhagies dans différents organes; les régions cutanées que l'on imperméabilise deviennent œdémateuses, elles dégagent une petite quantité d'ammoniaque, et l'on y rencontre fréquemment des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien (*Edenhuizen*[2]). En même temps, les animaux vernissés se refroidissent notablement, et succombent d'autant plus vite que l'enduit est plus largement et plus parfaitement appliqué.

[1] *Compt. rend. Acad. s.*, t. VI, p. 369, t. XII, p. 185, t. XVI. p. 139 et 338.
[2] *Zeitsch. f. ration. Med.*, t. XVII.

LIVRE IV

INNERVATION ET GÉNÉRATION

Nous avons rapproché dans ce dernier Livre l'étude des matières de la génération, de celle du cerveau et des nerfs. Les travaux des chimistes modernes ont en effet révélé, entre ces substances, une singulière et frappante analogie : l'analyse immédiate de l'œuf correspond presque point par point à celle du cerveau. On trouve, dans l'un et dans l'autre, les mêmes matières complexes, riches en phosphore (*protagon*, *lécithine*), des albuminates et des corps protéiques spéciaux en abondance (*vitelline*, *cérébrine*), beaucoup de cholestérine, des phosphates, et du chlorure de potassium en grand excès sur les autres sels. D'un autre côté la composition de la matière spermatique des divers animaux a toujours la plus grande ressemblance avec celle de leurs œufs. Ce ne sont point là de simples coïncidences fortuites car l'analogie se poursuit à la fois sur de trop nombreux détails. Sans vouloir tirer de ces rapprochements des conclusions prématurées, ils nous suffisent, pour donner ici la raison de la division spéciale, *Innervation et Génération*, adoptée dans cet ouvrage, où nous plaçant au point de vue chimique, nous avons cru devoir ne point séparer des objets chimiquement semblables.

CHAPITRE PREMIER

DE LA SUBSTANCE NERVEUSE

Les divers éléments histologiques qui composent le tissu nerveux présentent, en général, une structure complexe en rapport avec leurs fonctions délicates et multiples. Si l'on regarde au microscope une mince tranche cérébrale on y trouve, le plus souvent, des cellules et des fibres nerveuses de diverses espèces, intimement associées entre elles et encastrées dans un tissu qui les

unit et les soutient. On ne sait point encore aujourd'hui séparer mécaniquement ces parties hétérogènes, et l'étude chimique du tissu nerveux est, dès ses premiers pas, entravée par la difficulté de mettre à part chacun de ses éléments histologiques en quantité suffisante pour en faire l'étude.

Les chimistes qui ont osé aborder cette délicate question ont pris, à une époque où les études modernes commençaient à peine, la seule voie possible. Ils se sont adressés à la masse nerveuse principale, le cerveau, et sans se préoccuper de l'hétérogénéité des parties qui la composent, ils l'ont soumis en bloc à l'analyse immédiate. Ils sont ainsi parvenus à en extraire quelques principes importants et définis, cholestérine, lécithine, inosite..., et sur ces résultats préliminaires dignes d'intérêt, mais encore bien imparfaits, se sont établies des théories physiologiques que l'expérience est en train de démoder.

Les histologistes seuls, par le fait même du but qu'ils poursuivent et des méthodes qui leur sont habituelles, nous ont donné quelques renseignements sur la nature chimique des diverses parties qui concourent à composer la cellule ou le tube nerveux.

Si nous mettions un instant de côté l'histoire des quelques espèces définies extraites de la masse cérébrale, ces études de chimie micrographique seraient donc ce qui nous resterait aujourd'hui de plus positif à ce sujet. Aussi nous efforcerons-nous d'exposer d'abord avec soin, ce que l'on sait de la localisation des diverses substances cérébrales que nous aurons ensuite à décrire. Les observations sur les phénomènes chimiques qui président à l'activité du tissu nerveux et à son mouvement d'assimilation et de désassimilation seront placées à la fin de ce chapitre.

ARTICLE PREMIER

DESCRIPTION ET NATURE DES ÉLÉMENTS DU TISSU NERVEUX.

Le système nerveux est essentiellement composé de deux éléments histologiques principaux, la *cellule nerveuse* et la *fibre nerveuse;* toutes deux se trouvent réunies dans l'encéphale, dans la moelle épinière, dans les ganglions nerveux. Les fibres ou tubes nerveux, accolés en grand nombre et réunis par une trame conjonctive, forment les filets nerveux.

La *cellule nerveuse*, élément central destiné, suivant son espèce, à recevoir l'impression, à produire l'irritation motrice, ou à élaborer les *impressions* d'où naîtra la pensée, forme la masse principale de la partie grise de l'encéphale et de la moelle. Elle est le plus souvent constituée par un corps sphérique ou ovoïde (fig 41) ayant de 0[mm],09 à 0[mm],022 de diamètre, et d'où partent des prolongements irréguliers, en nombre variable, qui ont fait donner à ces éléments le nom de *cellules multipolaires*. Ces prolongements communiquent quelquefois d'une cellule à l'autre, ou se ramifient et se perdent dans la substance unissante dont nous parlerons plus loin, ou bien encore sont l'origine de l'axe central d'un tube nerveux. Le corps de la cellule et ses prolongements sont formés d'une masse de consistance molle, parsemée de nombreuses granulations de nature diverse. Dans la cellule multipolaire existe un noyau et quelquefois deux. Chacun de ces noyaux est vésiculeux, sphérique, et contient un nucléole arrondi. Les cellules nerveuses n'ont pas de membrane enveloppante propre. Beaucoup sont dénuées de prolongements ou *apolaires* (*fig.* 42, *B*).

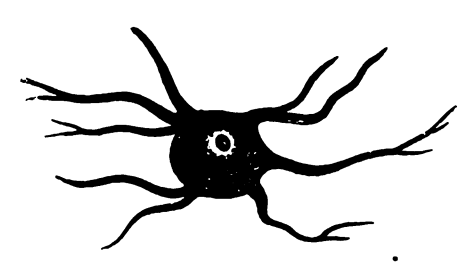


Fig. 41. — Cellule nerveuse multipolaire.

La matière qui forme la masse principale, ou protoplasma, du corps de la cellule et de ses prolongements est chimiquement mal connue. On sait seulement, par des réactions faites sous le microscope, qu'une partie de ses granulations sont de nature protéique, que d'autres sont des molécules graisseuses solubles dans l'alcool ou dans l'éther, et qu'on y trouve aussi, fort souvent, des grains d'un pigment jaune, brun ou noir. La masse molle où nagent ces granulations est pâle et de nature inconnue ; mais elle est sans doute principalement formée des substances qu'on a pu retirer de la partie grise du cerveau, c'est-à-dire de matières albuminoïdes mêlées ou combinées à de la lécithine, à de la cérébrine, à de la cholestérine, à de l'inosite, etc. Toutefois, les cendres toujours alcalines de la partie grise, comparées aux cendres toujours acides de la partie blanche du cerveau, indiquent que

la lécithine et les substances phosphorées appartiennent surtout aux fibres conductrices. (*V. plus loin.*) L'un des prolongements de la cellule nerveuse destiné, suivant Deiter, à devenir l'axe d'un tube nerveux, et que sa forme de ruban régulier distingue des autres, paraît être en communication directe avec le noyau ; il est formé d'une substance albumineuse analogue à la caséine. Le noyau lui-même de la cellule nerveuse se dissout assez vite sous l'influence de l'acide acétique concentré.

Quoiqu'il soit certain qu'il existe dans le cerveau diverses sortes de cellules douées de différentes fonctions, et spécialement de sensibilité et de motilité, on n'a pu jusqu'ici déterminer nettement par les réactifs s'il existe des différences sensibles de composition entre les cellules nerveuses physiologiquement dissemblables.

Que les cellules nerveuses soient prises dans l'encéphale, dans la moelle ou dans un ganglion, elles sont toujours unies par une substance amorphe spéciale, d'après Ch. Robin, de nature conjonctive, d'après Virchow (*fig.* 42), et qui suivant ce dernier auteur est formée de fines trabécules ou d'un tissu fibrillaire strié ou simplement granuleux et parsemé de noyaux comme dans la substance grise du cerveau et du cervelet. Au point de vue chimique il nous semble, avec Ch. Robin, difficile d'admettre que ce tissu qui se gonfle dans l'acide acétique et se fluidifie entièrement par les alcalis, soit identique au tissu cellulaire qui reprend son aspect primitif lorsqu'après l'action des alcalis, on le traite par l'acide acétique. D'ailleurs ce prétendu tissu conjonctif durcit dans l'acide nitrique, qui dissout au contraire peu à peu le tissu lumineux[1]. On donne à ce tissu intercellulaire le nom de *ciment nerveux* ou *névroglie*[2].

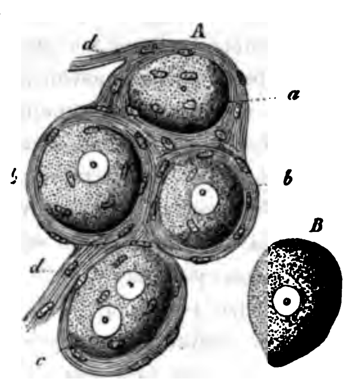


Fig. 42. — Cellules nerveuses apolaires encastrées dans le *ciment nerveux.*

Dans les ganglions périphériques des mammifères, les cellules

[1] D'ailleurs, la névroglie n'a pas d'aspect strié chez le jeune animal, et chez l'homme seulement à partir de 12 ou 15 ans.

[2] Virchow, *Gesammelte Abhandlungen*, p. 688 et 890. C'est là, d'après l'école allemande, l'origine des fibres de Remak, auxquelles plusieurs auteurs attribuent le rôle des fibres nerveuses conductrices.

nerveuses sont comme encastrées dans un tissu strié pourvu de noyaux qui les enveloppe à peu près comme les ligaments le font pour une tête osseuse.

Les *filets nerveux* forment la masse principale de la substance blanche du cerveau, du cervelet et de la moelle épinière. Il en est de plusieurs espèces; décrivons les plus compliqués, ceux qui font communiquer les centres nerveux avec la périphérie.

Un nerf est composé d'une très-grande quantité de *tubes nerveux* d'un diamètre variant de $0^{mm},020$ à $0^{mm},0018$. Dans chacun de ces tubes on distingue trois parties : un filament ou ruban presque plat, formé souvent lui-même de fibrilles très-ténues occupant le centre du tube nerveux. On lui a donné le nom de *cylinder-axis*. Autour de lui est une substance *médullaire* qui l'enveloppe et l'isole. Enfin une membrane extérieure très-fine, tubuleuse, porte le nom de *névrilemme*, et sert de tunique au contenu. Elle est interrompue de loin en loin à des distances égales, par des étranglements qui paraissent servir à la nutrition du nerf (*Ranvier*). Dans les ganglions, cette tunique se prolonge autour de la cellule nerveuse à laquelle aboutit le *cylinder-axis* et lui forme comme une membrane protectrice.

Le tube nerveux reste à peu près identique à lui-même pendant tout le trajet du nerf auquel il appartient.

Le *cylinder-axis* est la partie essentiellement conductrice du nerf. Aussi peut-il exister seul, ainsi qu'il arrive pour certaines terminaisons périphériques[1]. Dans la substance blanche des centres nerveux, le *cylinder-axis* est entouré d'une mince couche de substance médullaire, mais le névrilemme manque.

La matière du tube nerveux est extrêmement altérable. Un peu après la mort, la section du nerf d'alcaline passe à l'état acide, et son contenu, lactescent et vitreux, mais homogène, se coagule et devient opaque. On y distingue bientôt un double contour; la substance médullaire se remplit de caillots, l'enveloppe extérieure, cylindrique pendant la vie, prend en s'altérant l'aspect variqueux, et le *cylinder-axis* lui-même finit par se confondre avec la substance médullaire en une pulpe granuleuse et foncée.

Le *cylinder-axis* est formé de matières protéiques mélangées ou combinées à d'autres substances inconnues. En effet, traité par

[1] Les nerfs de quelques animaux inférieurs et de l'embryon des mammifères, ne sont formés que du *cylinder-axis*.

l'acide chlorhydrique au millième, il s'y dissout partiellement; l'acide nitrique concentré le colore en jaune, les acides et les alcalis étendus le gonflent et le dissolvent en partie. Il résiste longtemps à la coction, et ne paraît pas donner de gélatine. Ces réactions prouvent que sa substance est analogue à la myosine; mais n'étant pas tout entier soluble dans le sel marin au 10e, il n'est pas, en totalité tout au moins, formé de ce principe.

L'acide chromique, le bichromate de potasse, le bichlorure de mercure durcissent le *cylinder-axis* et le rendent plus apparent. Il se gonfle dans l'acide acétique un peu concentré et finit par s'y dissoudre à chaud. D'après Pflüger, un bon moyen pour le rendre visible consiste à traiter la fibre nerveuse par du collodion, ou par du chloroforme, qui dissolvent et enlèvent sans doute les corps gras plus réfringents, sans toucher au *cylinder-axis* lui-même.

La *substance médullaire* qui entoure la fibre axiale du tube nerveux se colore en noir par l'acide osmique et se dissout partiellement dans l'alcool. Elle est insoluble, ou peu soluble, dans l'eau. Sa consistance est molle : elle peut être chassée par la pression du tube nerveux encore frais. Toutes ces propriétés la rapprochent des substances grasses. Ces caractères, son mode de coagulation, la manière dont elle se conduit avec l'eau qui la gonfle et forme avec elle comme un empois transparent, font penser que la substance médullaire est surtout formée des matières que nous étudierons plus loin sous le nom de lécithine, cérébrine, protagon, principes qui présentent toutes les propriétés que nous venons d'indiquer en passant.

Le *névrilemme* est constitué par du tissu élastique ou par un tissu très-analogue.

Il n'existe de différences ni histologiques ni chimiques entre les nerfs de la sensibilité et ceux de la motilité. Les divers stimulants les influencent de même. Le repos ou l'excitation répétée produisent sur tous les mêmes modifications chimiques.

Nous aurions à nous occuper ici, au point de vue de leur composition, des extrémités des nerfs dans les muscles, la peau, les organes des sens. On sait en effet que les fibres nerveuses se terminent à la périphérie par un organe spécial pour chaque tissu (*plaques terminales des muscles*, *corpuscules du tact*, *etc.*), mais on ne peut encore donner à ce sujet aucun renseignement chimique exact.

ARTICLE II

ÉTUDE CHIMIQUE PRÉLIMINAIRE DE LA MATIÈRE NERVEUSE.

La structure complexe des masses nerveuses telles que le cerveau ou la moelle épinière, et l'impossibilité où l'on s'est trouvé jusqu'à présent de séparer mécaniquement le contenu des cellules nerveuses, la moelle nerveuse, le *cylinder-axis*, la matière de la *névroglie*, doivent nous faire comprendre pourquoi l'étude chimique du tissu nerveux reste encore si imparfaite. Les détails microchimiques que nous avons donnés dans l'article précédent résument l'état de nos connaissances sur la localisation des matières que l'on retire des nerfs et des centres nerveux. Avant d'étudier ces principes séparément, voyons ce qui a été fait pour les isoler.

§ 1. — TENTATIVES D'ANALYSE IMMÉDIATE DU CERVEAU.

Fourcroy, Jourdan et John abordèrent, à la fin du dix-huitième siècle, l'étude de la matière cérébrale. Vauquelin[1], en 1812, en donna une première analyse immédiate un peu satisfaisante. Il en sépara par l'alcool bouillant un corps insoluble à froid dans ce dissolvant et de nature albumineuse, une matière qu'il nomma *stéarine cérébrale*, une substance de nature grasse, phosphorée, soluble dans l'alcool, faisant émulsion avec l'eau, à laquelle il donna le nom de *matière grasse blanche* (*lécithine* impure ou *protagon actuel*), et un extrait analogue à celui que laisse le tissu musculaire. Chevreul, en 1823, montra que la *stéarine cérébrale* n'était autre que la substance qu'il avait déterminée et appelée cholestérine. Elle fut de nouveau signalée dans le tissu cérébral par Gmelin, en 1824, par Kühn[2]; et par Couerbe, en 1834. Ces travaux montrèrent que la cholestérine était un produit normal de l'élaboration cérébrale.

Ce dernier auteur observa[3] que, lorsque après avoir laissé se

[1] Vauquelin, *Ann. de chim.*, 1812, t. LXXXI, p. 37.
[2] *Kühn* retrouva la matière grasse blanche de Vauquelin et la nomma *myélocone*.
[3] *Ann. ch. phys.* [2], t. LVI, p. 166.

séparer la cholestérine par le refroidissement de l'alcool bouillant, on évapore ce liquide, il se précipite d'abord une substance blanche qui, après avoir été lavée à l'éther pour lui enlever un peu de cholestérine, est incolore, onctueuse, d'aspect gras, mais ne tache pas le papier. Il la nomma *cérébrote* et lui trouva la composition : C=67, 82; H=11, 10; Az=3, 40; Ph=2, 33; S=2, 14; O=13, 21[1]. C'était là, sans doute, la matière blanche de Vauquelin. Couerbe décrivit ensuite sous le nom de *céphalote*, *stéaroconote*, *éléencephol*, des produits dérivant de l'altération des principes immédiats du cerveau, tous azotés, phosphorés, et d'apparence grasse (1841).

Fremy[2] signala dans le cerveau deux acides : l'un l'*acide cérébrique* (qui n'est autre que la cérébrine de Gobley, dont on parlera plus bas); l'autre l'acide oléophosphorique, aujourd'hui l'acide *phospho-glycérique*; enfin il y nota la présence de l'oléine et de la margarine.

Tel était, sur ce point délicat, l'état de la science lorsque Gobley[3], à la suite de ses remarquables recherches sur l'œuf, observa qu'il existait dans la matière cérébrale, comme dans le jaune d'œuf, *une substance se dédoublant sous l'influence de l'alcool potassé en acides oléique, margarique, phosphoglycérique et ammoniaque*[4]. C'était, on le voit, reconnaître, dès cette époque, la vérité presque tout entière. Dans le mémoire suivant, Gobley admit que la *matière visqueuse* qui donnait lieu à ce dédoublement était un mélange de deux substances : l'une, qu'il appela *lécithine*[5], avait toutes les propriétés de la matière grasse blanche de Vauquelin (*protagon* moderne de Liebreicht), tandis que l'autre facteur de la *matière visqueuse*, la *cérébrine*, contiendrait l'azote[6]. La lécithine se transformerait, d'après cette seconde manière de voir, en oléine, margarine et acide phosphoglycérique. La *cérébrine* que Gobley n'a fait qu'entrevoir dans le cerveau, mais qu'il a séparé du jaune d'œuf est un corps neutre qui, d'après ses analyses, est identique avec l'acide cérébrique de Fremy.

[1] Elle serait plus riche en phosphore chez l'aliéné, plus pauvre chez l'idiot et le vieillard. Le soufre proviendrait, d'après Fremy, d'un mélange avec l'albumine, ou d'après Gobley, avec la vitelline.
[2] *Ann. ch. phys.* [3]. t. II, p. 463.
[3] *Journ. de pharm.* [3], t. XI, p. 409.
[4] *Loc. cit.*, p. 410.
[5] *Loc. cit.*, t. XVII, p. 411.
[6] *Journ. de pharm.* [3], t. XVIII, p. 107.

Les travaux de Von Bibra et de W. Müller rappellent ou reproduisent les précédents. Müller, toutefois, en faisant bouillir la pulpe cérébrale avec de l'eau de baryte, parvint à retirer de cette décoction, au moyen de l'alcool bouillant, la *cérébrine* (*Acide cérébrique* de Fremy, *Cérébrine* de Gobley) à l'état de pureté et exempt de phosphore, ainsi que l'inosite, matière sucrée non fermentescible, découverte déjà par Schérer dans le tissu musculaire.

En 1865, Liebreicht[1], ignorant sans doute les recherches antérieures, car il n'en tint nul compte, refit à peu près le travail de Couerbe et de Vauquelin, retira de nouveau du cerveau la *matière grasse blanche* ou *cérébrote* et lui attribua un nouveau nom, celui de *protagon*. Mais il eut le mérite plus réel d'observer que, bouilli avec l'eau de baryte, celui-ci donnait du phosphoglycérate de baryte et un alcaloïde qu'il appela *neurine*. Dyblowsky prouva quelque temps après l'identité de la *neurine* avec la *choline* que Strecker avait déjà découverte dans la bile. La *lécithine* de Gobley avait déjà fourni à cet auteur, par sa décomposition en présence des bases, des phosphoglycérates, de l'oléine, de la margarine et de l'ammoniaque ou une base azotée qui, suivant Diakonow[2], n'est autre que la névrine ou neurine de Liebreicht. Enfin Strecker[3], montra qu'il existe dans l'œuf et le cerveau diverses lécithines de constitution analogue (V. plus loin).

Nous avons cru devoir faire ici ce résumé historique autant pour conserver à chacun ce qui lui revient, que pour donner la correspondance des divers travaux et des termes successivement employés pour désigner les nombreuses substances analogues, identiques ou semblables que nous allons bientôt décrire.

§ 2. — COMPOSITION GÉNÉRALE DE LA SUBSTANCE NERVEUSE.

Comme nous venons de le voir, l'étude de la matière nerveuse a été faite surtout sur la pulpe cérébrale. Il serait donc imprudent de conclure toujours de l'analyse immédiate du cerveau (et surtout de la partie grise) à celle des nerfs dont nous ne connaissons

[1] *Ann. der Chem. u. Pharm.*, t. CXXXIV, p. 29, et *Bull. Soc. chim.*, t. IV, p. 400.
[2] *Bull. Soc. chim.*, t. X, p. 306, et Centralblat, 1868, p. 1 et 68.
[3] *Bull. Soc. chim.*, t. XI, p. 258.

guère la composition chimique que par les réactions microscopiques signalées plus haut.

Quant au tissu nerveux cérébral, on sait qu'on y distingue deux parties : l'une *blanche* formée surtout de tubes nerveux exempts de névrilemme et séparés par une substance amorphe, la névroglie ; l'autre, *grise*, mélange de tubes et surtout de cellules nerveuses en quantité prédominante.

Le poids spécifique de la substance blanche est de 1,040 ; celui de la substance grise de 1,053.

La réaction d'une section de nerf ou de cerveau fraîchement enlevé à l'animal est alcaline. Le nerf tétanisé devient acide. (*Fünke.*)

Les substances principales qui entrent dans la composition du cerveau et de la moelle épinière sont l'eau, les principes albuminoïdes, les lécithines, la cholestérine, l'inosite, les matières extractives et les sels minéraux.

L'eau est très-variable dans le tissu nerveux. Les nerfs proprement dits en perdent par leur dessication de 70 à 80 p. 100. La partie blanche du cerveau en contient 64 à 75 p. 100; la partie grise, 82 à 88 p. 100[1]. D'après Bibra, la moelle épinière contiendrait 66 p. 100 d'eau.

Les matières albuminoïdes entrent dans la constitution du cylinder-axis, d'une partie du contenu des cellules et de la névroglie. Celles qui forment ce dernier tissu, qui cimente pour ainsi dire les cellules et les nerfs, sont probablement très-analogues avec les substances protéiques du tissu cellulaire, sans paraître chimiquement se confondre avec lui. Elles gélatinisent par la coction. Une forte proportion des autres composés albuminoïdes du cerveau est de la caséine ou une matière très-analogue (*Hoppe-Seyler*). Ces substances forment chez l'homme de 7 à 9 p. 100, du poids de l'organe frais.

La proportion des principes du cerveau solubles dans l'alcool et dans l'éther est difficile à déterminer. La majeure part provient de la *moelle nerveuse* qui entoure le *cylinder-axis*. Aussi, la partie blanche contient-elle 15 à 17 p. 100 de substances solubles dans l'éther, et la partie grise 4 à 7 p. 100 seulement. D'après Bibra, la substance de la moelle épinière céderait à l'alcool et à l'éther le quart de son poids d'un mélange de matières grasses, de cholesté-

[1] Schlossberger, *Chem. der Gewebe.* et *Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXXVI, p. 119.

rine et de composés riches en phosphore. Les matières exsudées d'un nerf coupé transversalement noircissent aussitôt par l'acide osmique.

La cholestérine forme le tiers environ des substances solubles dans l'éther et dans l'alcool. A côté d'elle se trouvent des graisses neutres (*stéarine*, *margarine*, etc.), en petite quantité, et des lécithines, corps complexes dont nous ferons bientôt l'histoire, et qui paraissent contenir la majeure partie du phosphore cérébral.

L'inosite est une des substances que l'on trouve constamment, et quelquefois en quantité, dans le tissu nerveux.

Il faut ajouter à ces divers corps toute une série de matières dites extractives, des acides gras, de la créatinine, de la xanthine, de l'hypoxanthine, de l'urée, de l'acide urique, dans quelques cas du glycogène. La plupart de ces substances augmentent dans certaines maladies[1]. On n'a jamais trouvé de tyrosine dans l'extrait du cerveau.

Le cerveau frais incinéré laisse suivant Breed[2] 0,027 p. 100 de cendres formées spécialement de phosphates alcalins, avec un peu de phosphates de chaux, de magnésie et de fer, de sel marin, de sulfate de potasse et de silice. Les cendres de la substance blanche sont rendues acides par un excès d'acide phosphorique provenant en grande partie de l'oxydation du phosphore des lécithines.

Analyses des parties blanche et grise du cerveau. — Les analyses récentes de la matière nerveuse totale manquent dans la science. Les suivantes, quoique déjà anciennes, peuvent être citées à titre de renseignements avec d'autant plus de profit, que leurs auteurs n'ont point séparé les groupes naturels de principes analogues à une époque où ils étaient encore mal connus.

[1] Voir à ce sujet NEUKOMM. *Arch. Anat. phys.*, 1860, p. 1.
[2] *Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXX, p. 124.

ANALYSES DE 1000 PARTIES DE SUBSTANCE NERVEUSE FRAICHE

	Cerveau d'un aliéné d'après Lassaigne			Cerveau d'après L'Héritier				Moelle. L'Héritier
	Cerveau tout entier	Substance grise	Substance blanche	Enfant	Adulte	Vieillard	Crétin	Adulte
Eau.	770	850	730	828	722	739	709	711
Matières albuminoïdes.	96	75	99	70	94	87	84	73
Graisses et corps gras phosphorés	103	47	148	43	79	53	59	102
Matières extractives	20	14	10	60	102	122	148	115
Sels minéraux.. .	11	12	13	»	»	»	»	»

Les dernières analyses connues sont de Petrowski[1]. Après avoir débarrassé de ses enveloppes un cerveau de bœuf et l'avoir lavé à l'eau, il sépare au moyen de ce liquide les parties blanches des parties grises plus élastiques. Il les broie séparément, et les épuise par un excès d'alcool froid. Cet extrait est repris par l'éther (*Partie a*) pour enlever la lécithine qu'il contient. Le résidu de la substance cérébrale insoluble dans l'alcool froid est repris par l'éther (*Partie b*), et cède à ce dissolvant la lécithine, la cholestérine et les graisses. La partie restée insoluble dans l'alcool froid et dans l'éther est traitée par de l'alcool chaud, à 95° centésimaux, pour dissoudre la cérébrine. Cet extrait desséché est repris par l'éther (*Partie c*) pour enlever un peu de lécithine. Les trois parties (*a*) (*b*) (*c*) de l'extrait éthéré réunies, séchées et pesées, donnent le poids, *lécithine + cholestérine + graisses*. La première de ces substances est appréciée par un dosage de phosphore.

En opérant ainsi Pétrowski trouva pour 100 parties de substance cérébrale fraîche :

	Substance grise	Substance blanche
Eau	81.604	68.351
Matières solides. . .	18.396	31.649

[1] *Arch. f. gesammte Physiolog.*, t. VII, p. 367, et *Bull. Soc. Chim.*, t. XXI, p. 185 (1873).

100 grammes de matière desséchée contiennent :

	Substance grise.	Substance blanche.
Albumine et glutine. . . .	55.373	24.725
Lécithine..	17.240	9.904
Cholestérine et graisses. . .	18.684	51.909
Cérébrine	0.553	9.547
Substances insolubles. . . .	6.713	3.342
Sels.	1.455	0.572

Ces analyses montrent combien est plus riche en matériaux solides, et matières grasses, la substance blanche que la substance grise. Celle-ci contient au contraire plus de composés protéïques.

La moelle allongée est la partie du cerveau qui contient la plus grande proportion de substances solubles dans l'éther ; les corps striés et les couches optiques, celles qui en contiennent le moins. En général, les régions le mieux pourvues de graisses phosphorées sont les plus pauvres en eau.

On doit ajouter que la moelle épinière a été toujours trouvée plus riche que le cerveau en matières fixes et en substances solubles dans l'éther. L'extrait éthéré est un peu moins chargé de phosphore dans la moelle que dans le cerveau.

L'âge ne paraît avoir aucune influence bien notable sur la composition du cerveau. Il peut cependant être plus aqueux chez l'enfant, et un peu plus riche en matières albuminoïdes chez l'adulte qu'il ne l'est chez les sujets très-jeunes ou très-vieux. Schlossberger[1] a trouvé dans le cerveau du fœtus de 87 à 92,5 p. 100 d'eau ; et de 1,6 à 3,7 p. 100 de corps gras.

ARTICLE III

ÉTUDE SPÉCIALE DES DIVERSES SUBSTANCES QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DU TISSU NERVEUX.

§ 1. — SUBSTANCES ALLUMINOÏDES DU CERVEAU.

Nous avons déjà dit que l'on trouve dans le cerveau deux groupes distincts de substances albuminoïdes :

(A) Les matières protéiques qui forment le substratum ou névroglie qui soutient et réunit les diverses parties des cen-

[1] Müller's, *Arch.* 1858, p. 309.

tres nerveux, et qui dans certains points, dans la partie grise du cervelet, par exemple, prend une plus grande importance. La substance de la névroglie diffère, avons-nous vu, du tissu conjonctif, en ce qu'elle se gonfle par l'acide acétique, mais se fluidifie entièrement quand on sursature l'acide par un alcali. Elle paraît donner de la gélatine par la coction.

(B) Les matières albuminoïdes qui forment la partie éminemment active du tissu nerveux, celles de la cellule nerveuse et du cylinder-axis, paraissent se rapprocher beaucoup de la caséine. Pour les obtenir il suffit de triturer le cerveau avec de l'eau salée au dixième et de porter à l'ébullition pour séparer d'abord les lécithines ; si l'on filtre alors et qu'on ajoute un peu d'acide acétique à la liqueur, on obtiendra un abondant précipité d'une substance, analogue à la caséine, se gonflant dans l'acide acétique un peu concentré et finissant par se dissoudre à chaud. Le résidu est formé de protagon et de cholestérine (*Hoppe-Seyler*).

Quand on traite le cerveau par de l'alcool on obtient, un résidu grisâtre, comparable à du fromage caillé, formé de matières protéiques d'une petite quantité de tissus divers. Lorsqu'on le calcine, il laisse un charbon exempt d'excès d'acide phosphorique.

§ 2. — LÉCITHINES CÉRÉBRALES ET PROTAGON.

On extrait du cerveau, du jaune d'œuf, des globules sanguins, une substance très-importante à laquelle Gobley a donné, avons-nous dit, le nom de *lécithine*. Elle paraît former une grande partie de *cette matière grasse blanche* trouvée dans le cerveau par Vauquelin. Avant de nous occuper de cette dernière, et en général des corps qui contiennent la lécithine soit à l'état de combinaison, soit à l'état de mélange, étudions *les lécithines* elles-mêmes qui seules ont aujourd'hui une constitution bien déterminée.

Lécithines.

Les lécithines ont été découvertes dans le jaune d'œuf et le cerveau par Gobley, et distinguées eutre elles par Diakonow[1]. Le procédé de ce dernier auteur est le suivant : on épuise le jaune

[1] *Centralblat*, 1868, p. 1 et 97. — C'est Gobley qui a le premier extrait du sang la lécithine, la cérébrine, et divers autres produits analogues. Voir *Journ. pharm.* [3], t. XXI, p. 250 ; t. XVII, p. 408 ; t. XXX, p. 244 ; t. XXXIII, p. 166.

d'œuf par de l'éther; quand celui-ci ne se colore plus, on traite le résidu par de l'alcool concentré, on filtre, et l'on soumet la solution à un froid de — 10°. Il se sépare alors un corps solide ayant la composition constante $C^{44}H^{86}AzPO^9$ (*Lécithine dioléique*). Si l'on évapore ensuite l'alcool dans le vide, on obtient un nouveau corps répondant à la formule $C^{44}H^{90}AzPO^9$ (*Lécithine distéarique*). Enfin Diakonow admet encore qu'il existe dans le jaune d'œuf une *lécithine dipalmitique* $C^{40}H^{82}AzPO^9$ soluble dans l'éther.

La lécithine cérébrale serait, d'après ce dernier auteur, de la lécithine distéarique.

Toutes ces substances sont amorphes, blanches, insolubles ou très-peu solubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther, solubles dans l'alcool chaud. Leurs dissolutions précipitent par le chlorure cadmique.

Les lécithines jouent, à la fois, le rôle de corps gras, car elles se saponifient par les acides et par les bases, et donnent ainsi des acides gras ou des savons; le rôle de bases, car elles s'unissent à l'acide chlorhydrique et donnent des chloroplatinates; enfin le rôle d'acides, puisqu'elles paraissent former avec la potasse des combinaisons cristallisées.

Toutes les lécithines se décomposent lentement à froid, rapidement dans l'eau chaude, surtout en présence d'un peu d'acide ou d'alcali, et donnent, sous forme de gouttes huileuses, des acides gras libres ou à l'état de sels.

Si l'on verse une solution alcoolique de lécithine dans de l'eau de baryte bouillante, il se fait un précipité de phosphoglycérate, oléate, margarate, et stéarate de baryum, tandis qu'une base alcaline, la névrine $C^5H^{15}AzO^2$, se retrouve en liberté dans la liqueur.

L'équation suivante indique le dédoublement de la lécithine cérébrale ou distéaro-lécithine en acide phosphoglycérique, acide stéarique et névrine :

$$\underset{\text{Distéarolécithine.}}{C^{44}H^{90}AzPO^9} + 3H^2O = \underset{\text{Acide phosphoglycérique.}}{C^3H^9PO^6} + \underset{\text{Acide stéarique.}}{2\,(C^{18}H^{36}O^2)} + \underset{\text{Névrine.}}{C^5H^{15}AzO^2}$$

La dioléo-lécithine du jaune d'œuf se dédouble comme il suit

$$\underset{\text{Dioleolécithiue.}}{C^{44}H^{86}AzPO^9} + 3H^2O = \underset{\text{Acide phosphoglycérique.}}{C^3H^9PO^6} + \underset{\text{Acide oléique.}}{2\,(C^{18}H^{34}O^2)} + \underset{\text{Névrine.}}{C^5H^{15}AzO^2}$$

On voit donc que les lécithines peuvent être considérés comme de véritables sels de névrine.

Comme nous le verrons plus loin, la névrine est un *hydrate de triméthyl-hydroxéthylène-ammonium*, ayant la formule et la constitution

$$Az \left\{ \begin{array}{l} (CH^3)^3 \\ C^2H^4.OH \\ OH \end{array} \right.$$

ou

$$\left. \begin{array}{r} Az(CH^3)^3(C^2H^4.OH)' \\ H \end{array} \right\} O.$$

Si dans cette base nous remplaçons l'hydrogène typique par le radical d'un acide phospho-glycérique

$$PO \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ O.C^3H^5 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH' \end{array} \right. \end{array} \right.$$

dans lequel nous substituerons aux deux hydroxyles OH de la glycérine deux radicaux $(C^{18}H^{35}O^2)'$, dérivant de l'acide stéarique,

$$PO \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ O.C^3H^5 \left\{ \begin{array}{l} C^{18}H^{35}O^2 \\ C^{18}H^{35}O^2 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Acide distéaro-glycérophosphorique.

nous aurons la lécithine distéarique dont la constitution est indiquée par la formule

$$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{r} C^2H^4.HO \\ (CH^3)^3 \\ \end{array} \right\} Az \\ PO \left\{ \begin{array}{l} O \\ OH \\ O.C^3H^5 \left\{ \begin{array}{l} C^{18}H^{35}O^2 \\ C^{18}H^{35}O^2. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array}$$

Strecker[1] qui a étudié lui aussi ces corps, a extrait du jaune d'œuf, une lécithine oléo-margarique ayant la formule $C^{42}H^{84}AzPo^9$,

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXIII, p. 356, — t. CXLVIII, p. 77 et *Ann. chim. phys.* [5], t. XVI, p. 430.

dont l'équation suivante indique la constitution et le mode de dédoublement :

$$= 3H^2O + PO \left\{ \begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} C^2H^4.OH \\ (CH^3)^3 \\ O \end{array} \right\} Az \\ OH \\ OC^3H^5 \left\{ \begin{array}{l} C^{18}H^{35}O^2 \\ C^{16}H^{31}O^2 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Eau. Oléomargarolécithine.

$$= PO \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ O.C^3H^5 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \end{array} \right. \end{array} \right. + Az \left\{ \begin{array}{l} C^2H^4.OH \\ (CH^3)^3 \\ OH \end{array} \right. + C^{18}H^{35}O^2.H + C^{16}H^{31}O^2.H$$

Acide phosphoglycérique. Névrine. Acide margarique. Acide oléique.

Gobley qui avait déjà découvert la décomposition de la lécithine du jaune d'œuf en acides stéarique, oléique, glycéro-phosphorique et produits ammoniacaux (voir p. 193), avait aussi signalé sa présence dans le cerveau, le sang, la laitance de poissons, dans la chair de certains mollusques, etc. Les lécithines paraissent aussi se rencontrer dans le gluten des graminées.

On ne saurait affirmer qu'il n'existe dans le cerveau des mammifères qu'une lécithine, la distéaro-lécithine. Il est très-possible, au contraire, qu'il y en ait autant de variétés qu'il y a de corps gras dans les tissus de l'espèce que l'on considère.

Les lécithines sont contenues surtout dans la partie blanche du cerveau et de la moelle épinière. On a dit plus haut qu'elles se trouvaient dans la gaîne médullaire qui entoure le cylinder-axis.

Protagon.

Vauquelin et Couerbe après lui, ont extrait de la matière cérébrale épuisée par l'éther, une substance peu soluble dans l'alcool froid, à laquelle ils ont donné le nom de *matière grasse blanche* ou *cérébrote*. Cette substance est celle que O. Liebreicht a, dans ces dernières années, extraite du même organe, par une méthode analogue et dans un état de pureté plus parfaite. Il l'a nommée *protagon*[1].

Pour préparer ce corps, après avoir lavé le cerveau par injection

[1] Voir à ce sujet les renvois bibliographiques [1] et [3], p. 192, et *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. CXXXIV, p. 29 et *Bull. Soc. chim.*, t. IV, p. 400. — Hoppe, *Exp. chim. méd.* Tubingen, 1867, 2e cahier, p. 215.

d'eau froide à travers les carotides, on l'écrase, puis on l'agite avec un mélange d'éther et d'eau maintenu à 0° et que l'on renouvelle souvent. L'éther dissout la majeure partie de la cholestérine; l'eau s'empare des sels et de quelques substances grasses, protéiques et extractives. A la bouillie ainsi épuisée, on ajoute de l'alcool à 85 degrés centésimaux et à la température de 45°; on laisse digérer et l'on filtre. En refroidissant à 0° cette solution alcoolique, on obtient des flocons qu'on lave à l'éther pour les débarrasser d'un peu de cholestérine. On les redissout dans de l'alcool à 45°, et on les reprécipite de nouveau en portant à 0°. En répétant plusieurs fois ce traitement on obtient le protagon sous forme d'un précipité blanc floconneux, formé d'aiguilles cristallines fines ou de groupes étoilés [1].

Le protagon, ainsi préparé, forme des flocons blancs de neige qui, séchés sous une cloche à acide sulfurique, donnent un corps d'abord cireux, puis pulvérulent. Dans ce dernier état, il est brillant, léger, non hygrométrique. Il se dissout dans l'alcool chaud à 85 p. 100, très-peu dans l'éther. Il se gonfle dans l'eau, avec laquelle il forme comme un empois qui se conserve presque indéfiniment sans se décomposer. Cet empois, délayé dans l'eau, donne une demi-dissolution trouble. Le protagon se dissout aisément dans l'acide acétique concentré, et s'en dépose par refroidissement. Les solutions salines, quand on les chauffe avec lui, forment un précipité floconneux qui, privé de sels, se redissout de nouveau.

Le protagon, bouilli avec l'eau, s'altère sensiblement; desséché de nouveau, il ne laisse plus alors qu'une substance molle. Cette décomposition partielle devient rapidement complète si l'on chauffe le protagon avec de l'eau de baryte. Liebreicht a observé que dans ce cas, il se fait un mélange de phosphoglycérate, oléate et stéarate de baryte en même temps que de la névrine. Ce sont, on le voit, les produits mêmes de la décomposition de la lécithine. Bouilli pendant 12 heures dans l'obscurité avec de l'acide chlorhydrique étendu, le protagon donne des flocons blancs, solubles dans l'alcool, mais exempts de phosphore, qui paraissent très-analogues à la *cérébrine* de Müller et de Gobley (V. plus loin).

Le protagon n'est-il donc que de la lécithine impure? Nous ne le pensons pas. Baeyer étudiant plus à fond les produits de son dé-

[1] On a contesté la texture cristalline de ce précipité.

doublement a trouvé une grande quantité de glucose, de l'acide glycérique et phosphorique et un composé de névrine soluble dans l'eau, cristallisant en aiguilles microscopiques[1]. Le protagon serait donc un glucoside, et la lécithine un des produits de la saponification de ce corps par l'eau.

Voici, du reste, les analyses de la cérébrote, du protagon et de la lecithine :

	Cérébrote (*Couerbe.*)	Protagon (*Liebreicht.*)	Lécithine (*Diakonow.*)
C. . .	67.82	67.4	64.27
H. . .	11.10	11.9	11.40
Az. . .	3.40	2.9	1.80
P. . .	2.33	1.5	3.80
S. . .	2.14[2]	»	0
O. . .	13.21	»	18.73

La richesse de la cérébrote et du protagon et la pauvreté relative de la lécithine en azote, ainsi que la plus grande teneur de cette dernière substance en phosphore, semblent indiquer que les deux premiers corps, résultent de l'union à la lécithine d'une matière encore indéterminée, riche en azote et exempte de phosphore. Aussi, l'opinion émise dans ces derniers temps, par Hoppe-Seyler, que la lécithine combinée à une matière albuminoïde pourrait constituer dans l'économie le protagon ou des substances analogues, telles que la vitelline, me paraît digne d'être signalée ici.

Le protagon existe spécialement dans l'enveloppe du cylinder-axis; il en constitue la partie principale. Les aspects particuliers que ce tissu prend en se décomposant et auxquels Virchow a donné le nom de *myéliniformes*, sont reproduits par le protagon avec la plus grande facilité, surtout lorsqu'on le met au contact des savons de névrine.

§ 3. — AUTRES SUBSTANCES EXTRAITES DU CERVEAU; DÉRIVÉS DES LÉCITHINES ET DU PROTAGON.

Les études de la matière cérébrale faites par divers auteurs, y ont fait découvrir diverses substances qui paraissent ne pas exister

[1] Voir à ce sujet *Arch. f. path. Anat.*, t. XXXIX, p. 183.

[2] La cérébrote de Couerbe, si analogue au protagon par ses propriétés, pourrait contenir son soufre à l'état d'acide sulfoglycérique. Peut-être aussi la substance de Couerbe était-elle souillée par un peu de taurine.

normalement dans le tissu nerveux, mais provenir de la décomposition des corps que nous venons d'étudier. Ces principaux dérivés sont la névrine, la cérébrine et l'acide cérébrique.

Névrine.

Nous avons vu que cette base est un produit normal de la décomposition du protagon et de la lécithine. On peut l'obtenir directement en partant du cerveau. Pour cela, on lave à l'eau et l'on broie cet organe ; on l'épuise ensuite par l'éther, et le résidu de cette solution éthérée est mis à bouillir avec de l'eau de baryte. Au bout de quelques heures l'excès de baryte est enlevé par l'acide sulfurique, et le *filtratum* réduit à consistance d'extrait est repris par l'alcool ; cette solution est évaporée à sec et le résidu est traité à chaud par de l'oxyde de plomb pour détruire les sels ammoniacaux. On filtre, on précipite le plomb dans la liqueur par l'hydrogène sulfuré, on évapore à siccité, on reprend par l'alcool et on ajoute enfin du chlorure de platine qui donne par évaporation un chloro-platinate de névrine cristallisé. On redissout ce sel dans l'eau, on enlève le platine à chaud par l'hydrogène sulfuré, on filtre, et l'on évapore lentement la solution. On obtient ainsi un chlorhydrate de névrine. Ce sel, traité par de l'hydrate d'argent laisse la base elle-même sous forme d'un sirop alcalin soluble dans l'alcool[1].

La névrine est identique avec la choline, produit de décomposition de la bile[2]. Nous avons dit plus haut qu'elle résulte aussi du dédoublement du protagon et de la lécithine sous l'influence des acides et des bases.

La névrine ou choline a pour composition $C^5H^{15}AzO^2$. Baeyer, se fondant sur les produits de son dédoublement, émit le premier l'opinion que cette substance pouvait bien être de l'hydrate d'hydroxéthylène-triméthyl-ammonium

$$\left.\begin{matrix} Az(CH^3)^3.(C^2H^4.OH)' \\ H \end{matrix}\right\} O$$

et, quelque temps après, Wurtz put en réaliser en effet la synthèse

[1] Voir *Bull. Soc. chim.*, t. IV, p. 400 ; t. VIII, p. 57 ; t. IX, p. 244. *Ann. chim. phys.* [4]. t. XVI, p. 430.

[2] Dyblowski (*Erdmann's Journ.* t. C, p. 153) a démontré cette identité. Strecker avait découvert depuis longtemps la choline dans la bile.

en traitant d'abord le glycol-monochlorhydrique par la triméthy-amine, d'où résulte le chlorure d'hydroxéthylène-triméthyl-ammonium.

$$\underset{\text{Glycol-monochlorhydrique.}}{C^2H^4(OH)Cl} + \underset{\text{Triméthyl-amine.}}{Az(CH^3)^3} = \underset{\text{Chlorure hydroxéthylène-triméthyl-ammonium.}}{Az(CH^3)^3(C^2H^4.OH)Cl}$$

puis, traitant le chlorure d'hydroxéthylène-triméthyl-ammonium par l'oxyde d'argent et l'eau, réaction qui donne l'hydrate correspondant à ce chlorure :

$$\underset{\text{Chlorure d'hydroxéthylène-triméthyl-ammonium.}}{Az(CH^3)^3(C^2H^4.OH)'Cl} + \underset{\text{Oxyde d'Ag.}}{AgHO} = \underset{\text{Chlorure d'Ag.}}{AgCl} + \underset{\text{Hydrate d'hydroxéthylène-triméthyl-ammonium.}}{\left.\begin{matrix}Az(CH^3)^3(C^2H^4.OH)' \\ H\end{matrix}\right\} O}$$

L'hydrate $\left.\begin{matrix}Az(CH^3)^3(C^2H^4OH)' \\ H\end{matrix}\right\} O$ est identique à la choline de la bile et à la névrine retirée du cerveau. Toutefois, Baeyer et Liebreicht ont observé que, sous l'influence de la baryte, le protagon donnait le composé $C^5H^{13}AzO$ différant de la choline par H^2O en moins et dont les propriétés correspondent à celles d'une base vinylique dont la constitution est indiquée par la formule :

$$\left.\begin{matrix}Az(CH^3)^3(C^2H^3)' \\ H\end{matrix}\right\} O;$$

Cette dernière substance est, comme l'a fait voir M. **Wurtz**, un produit dérivé de la base précédente, et peut reproduire la choline par la simple action de l'eau sur ses divers sels, entre autres sur son chloroplatinate[1].

Cérébrine.

Cérébrines (de Müller et de Gobley). — *Acide cérébrique* (de Frémy). — Ces trois substances très-analogues entre elles par leur composition et par leurs propriétés, paraissent être, des produits de dédoublement de corps plus complexes existant dans le cerveau, tels que le protagon ou les substances analogues.

La *cérébrine*, de W. Müller[2], s'obtient en faisant bouillir la

[1] Voir *Bull. Soc. chim.*, t. XII p. 187. Liebreicht conserve le nom de *névrine* à la base vinylique et celui de *choline* à celle qui en dérive par H^2O en plus.

[2] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CIII, p. 131.

pulpe cérébrale avec l'eau de baryte, traitant par l'alcool et l'éther le coagulum qui se forme et filtrant. On obtient, par le refroidissement de la liqueur, des flocons blancs qui tendent à se transformer en cristaux. En épuisant cette masse molle par de l'éther, on la prive de cholestérine et d'un acide phosphoré. Le résidu est repris par de l'alcool chaud qui laisse précipiter, en se refroidissant, une substance blanche cristallisable : c'est la cérébrine de Müller. Cette matière neutre se gonfle dans l'eau bouillante, se dissout dans l'alcool et l'éther chauds, se décompose par son ébullition avec l'acide chlorhydrique étendu qui forme avec elle une solution violette. Elle disparaît dans l'acide sulfurique en donnant une liqueur pourpre foncée. Elle ne se dissout pas dans les alcalis et ne donne pas de sels.

Sa composition est la suivante :

$$C = 68{,}45 ;\ H = 11{,}27 ;\ Az = 4{,}61 ;\ O = 15{,}67,$$

elle ne contient ni phosphore, ni soufre[1].

Diakonow[2], a obtenu par la décomposition du protagon extrait du cerveau et du jaune d'œuf, une substance exempte de phosphore, ayant tous les caractères précédents, et qui, lorsqu'on la traite par l'acide sulfurique, donne du sucre comme produit de son dédoublement.

La *cérébrine* de Gobley[3] n'a été pour ainsi dire qu'entrevue par cet auteur dans le cerveau et dans le sang[4]. Il l'a surtout retirée du jaune d'œuf. Elle s'obtient en faisant bouillir la partie du jaune soluble dans l'éther avec de l'acide chlorhydrique faible, séparant la couche huileuse et la laissant séjourner en lieu frais. Il s'y

[1] On peut remarquer que la formule $C^{17}H^{33}AzO^{3}$ correspondrait aux nombres suivants $C = 68{,}23$; $H = 11{,}04$; $Az = 4{,}68$; $O = 16{,}05$. Ces nombres concordent assez bien avec les précédents. Or cette formule est susceptible de représenter plusieurs constitutions moléculaires entre autres la suivante

$$(C^{8}H^{15})''' \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ OAz \left\{ \begin{array}{l} C^{3}H^{5} \\ C^{3}H^{5} \\ C^{3}H^{5} \\ H \end{array} \right. \end{array} \right.$$

dérivant d'une glycérine $C^{8}H^{18}O^{3}$, homologue de la glycérine ordinaire, où un atome d'hydrogène d'un oxhydryle, est remplacé par le triallylammonium.

[2] *Centralblat.* 1868, p. 1 et 97.

[3] *Journ. pharm.* [3], t. XII, p. 9; t. XVIII, p. 107; t. XXI, p. 252.

[4] Nous donnons au § suivant un procédé de préparation de la cérébrine du cerveau.

dépose peu à peu des flocons qu'on reprend par l'alcool bouillant. Par le refroidissement de cette dernière liqueur on obtient un précipité cristallin de cérébrine. Ce corps n'est probablement pas identique avec le précédent, car sa proportion d'azote en diffère notablement, mais ses propriétés et sa teneur en carbone et hydrogène l'en rapprochent beaucoup[1]. Il contient :

$$C = 66,85 ; H = 10,82 ; Az = 2,29 ; P = 0,43 ; O = 18,61.$$

Le soufre y fait défaut. Le phosphore est en si faible proportion qu'on peut attribuer sa présence à une impureté.

La cérébrine extraite du cerveau par Gobley est une poudre blanche, neutre, inodore et insipide, soluble dans l'éther et l'alcool bouillants, insoluble dans l'eau et les alcalis. Bouillie avec l'acide sulfurique elle donne du glucose. On voit la grande analogie de ce corps et de celui de Müller.

L'acide cérébrique de Frémy[2] s'obtient en épuisant le cerveau par l'alcool bouillant, faisant ensuite digérer la masse insoluble dans de l'alcool absolu, égouttant et comprimant, puis épuisant la partie insoluble par de l'éther. Celui-ci, lorsqu'on l'évapore, laisse déposer l'acide cérébrique et retient de l'acide oléo-phosphorique (?). Le résidu est repris par beaucoup d'éther, on décante, et la partie insoluble est dissoute dans de l'alcool bouillant, qui, par son refroidissement, laisse déposer les acides. L'acide oléophosphorique est enlevé par l'éther froid, et l'acide cérébrique est repris par l'éther bouillant d'où il se dépose en grains blancs cristallisés, se gonflant dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther chauds, et fondant vers 160° en se décomposant. Ce corps est susceptible de s'unir aux bases. Sa composition est la suivante :

$$C = 66,7 ; H = 10,6 ; Az = 2,5 ; P = 0,9 ; O = 19,5.$$

L'acide cérébrique de Frémy est exempt de soufre. On voit la grande analogie de composition de cette substance avec la cérébrine de Gobley, qui suppose avec quelque raison que l'acide cérébrique n'est autre que de la cérébrine à l'état impur.

[1] La même substance paraît exister dans la laitance de poisson. Voir *Journ. pharm.* [3], t. XIX, p. 416.

[2] *Ann. chim. phys.* (3), t. II, p. 469.

§ 4. — GRAISSES CÉRÉBRALES. — CHOLESTÉRINE. — INOSITE.

Les divers corps et acides gras, stéarine et acide stéarique, margarine et acide margarique, et l'acide glycéro-phosphorique lui-même, que l'on a signalés dans le cerveau, paraissent, comme les produits précédents, résulter de l'altération de substances plus complexes telles que la lécithine, et ne pas préexister à l'état normal dans la matière cérébrale.

La *myéline* de Wirchow[1], substance neutre douée d'un éclat gras, soluble dans l'alcool et l'éther chauds, subissant dans l'eau un certain gonflement, se racornissant dans les solutions salines, brunissant par l'iode, rougissant par l'acide sulfurique concentré, peut s'observer surtout dans la moelle nerveuse sous forme de masses arrondies ou en croissant. Elle paraît se produire chaque fois que le tissu nerveux a subi un commencement de décomposition. La myéline ne nous semble être autre chose que de la cérébrine, ou du protagon en partie décomposés et en partie gonflés et dissous dans les savons de névrine qui résultent de cette décomposition. N'ayant pas de caractères bien définis, elle n'offre aucun intérêt particulier.

La *cholestérine*, extraite pour la première fois du cerveau par Vauquelin, qui lui donna le nom de *stéarine cérébrale*, est au contraire importante ; elle forme le tiers en poids des substances que dissout l'éther ; la substance blanche en contient plus que la grise : 1000 grammes de cerveau humain en donnent, d'après A. Flint, de 11gr,5 à 7gr,7. La cholestérine est accompagnée de graisses, d'*inosite*, de corps extractifs, de cérébrine (voir *Historique*).

Pour séparer ces substances, le cerveau est broyé avec de l'eau jusqu'à le transformer en une émulsion claire qu'on précipite par du saccharate de plomb neutre ; au bout de dix-huit heures, on sépare par le tamis le précipité floconneux qui s'est formé, et l'on porte à l'ébullition la liqueur rougeâtre qui a traversé les mailles. Un coagulum abondant (*a*) se produit, qu'on sépare par le filtre. Il est de couleur brune et contient l'albumine cérébrale et quelques

[1] Voir Virchow's *Arch.* t. XXXII, p. 287, et *Centralblat*, 1868, p. 1 et 97.

autres substances (*voir plus bas*). Le liquide filtré donne par le sous-acétate de plomb un précipité et une liqueur claire. Dans celle-ci se trouvent en solution de l'acide lactique, de la xanthine, de l'hypoxanthine, de la leucine, un homologue de cette dernière, de la créatinine, de l'urée et des acides volatils. Le précipité contient l'acide urique, l'inosite et la sarcine. De cette partie insoluble, traitée par l'hydrogène sulfuré, on extrait l'acide urique, qui cristallise par évaporation de la liqueur filtrée, et l'*inosite* que l'on obtient en concentrant cette solution aqueuse et l'additionnant d'alcool. Le coagulum (*a*) étant traité à l'ébullition par un mélange d'alcool et d'éther, donne une liqueur qui, en se refroidissant, dépose une masse floconneuse que l'on dessèche. On la reprend par l'éther froid, pour séparer la cérébrine insoluble, tandis que se dissolvent la cholestérine et les corps gras. On évapore cette solution éthérée, on ajoute de l'eau et de l'oxyde de plomb, on dessèche et l'on reprend par l'alcool ou l'éther chauds qui, en refroidissant laissent cristalliser la cholestérine.

On a dit tout à l'heure comment on sépare l'*inosite*. Le cerveau est, d'après Newkomm, l'organe qui en contient le plus. On en trouve de 0,1 à 0,8 p. 1000 dans le cerveau de bœuf[1]. Elle augmente très-notablement dans certains cas pathologiques[2].

Suivant Bibra, le cerveau donne de 12 à 16 p. 100 de son poids de matières solubles dans l'alcool et l'éther : la substance blanche 14,8 p. 100, la grise 4,7 p. 100 seulement, la moelle spinale 25 p. 100, et les nerfs encore davantage. Schlossberger n'a trouvé dans le cerveau des fœtus que 1,6 à 3,7 p. 100 de substances solubles dans l'alcool et l'éther[3]. L'extrait éthéré est toujours plus riche en phosphore dans la substance grise que dans la substance blanche. On a pour 100 grammes de cet extrait :

	Homme de 30 ans.	Homme de 38 ans.	Homme de 59 ans.
Substance grise. .	1.88	2.10	2.33
Substance blanche.	1.54	1.62	1.82

Nous avons fait l'histoire chimique de l'inosite à propos du tissu musculaire, il nous reste à faire connaître la cholestérine.

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CI, p. 131.
[2] Voir Newkomm, *Arch. Anat. Phys.*, 1860, p. 1.
[3] *Müller's Arch.*, 1858, p. 309.

Cholestérine. — $C^{26}H^{44}O + H^2O$.

La cholestérine est un produit d'excrétion du cerveau. Le tiers de la *graisse cérébrale* en est formé (*Bibra*). On la sépare comme il vient d'être dit ; on la purifie par cristallisations répétées dans l'alcool et dans l'éther.

C'est vers la fin du dix-huitième siècle que Conradi et Poultier de la Salle, chacun de leur côté, obtinrent pour la première fois la cholestérine à l'état de lamelles cristallisées en traitant les calculs biliaires par de l'alcool. Fourcroy, Thenard, Bostock, John, Thomson, etc., l'étudièrent successivement. Chevreul, en 1814, détermina sa nature, ses caractères et sa composition et lui donna le nom qu'elle porte[1]. Elle existe à l'état normal dans le sang, le foie et la bile, la rate, les nerfs, les fèces. A l'état pathologique on la rencontre dans la plupart des calculs biliaires et intestinaux, dans beaucoup de lipomes, de tumeurs graisseuses, athéromateuses, mélicériques, dans certains kystes, quelquefois dans les tubercules pulmonaires, dans quelques goîtres, dans le liquide de l'hydrocèle et dans le pus, enfin dans le cristallin, où elle occasionne la maladie qui porte le nom de *Synchisis étincelant*.

C'est une substance nacrée blanche, sans goût ni odeur, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant d'où elle se sépare en belles lamelles nacrées fusibles à 137°. Ces lamelles très-minces appartiennent au prisme rhomboïdal oblique[2] et présentent les formes de la figure 43.

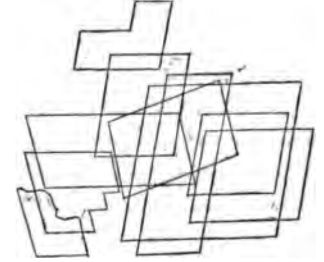


Fig. 43. — Cholestérine.

La cholestérine se sublime sans altération vers 200°, et se décompose un peu plus haut en donnant des composés huileux et une substance solide. Elle n'est pas attaquée, même à l'aide de la chaleur, par les solutions alcalines concentrées. La chaux à 250° en dégage de l'hydrogène et la transforme en une substance amorphe presque insoluble dans l'alcool.

[1] *Ann. de chim.*, t. XCV, p. 5.
[2] Voir pour la description de ces cristaux Robin et Verdeil, *Chim. anal.*, t. III, p. 52.

La cholestérine est susceptible de donner par son oxydation le corps $C^8H^{10}O^5$, c'est l'acide cholestérique. Elle forme des éthers découverts par Berthelot. Elle se conduit donc à divers égards comme un alcool.

La cholestérine traitée, à 65°, par de l'acide sulfurique mêlé de son volume d'eau prend une couleur rouge foncé et se transforme, en se déshydratant, en trois hydrocarbures isomères, auxquels Zwenger a donné le nom de *cholestérilène* α, β et γ.

La réaction suivante serait, d'après Schiff, caractéristique de la cholestérine. On mêle 1 volume de perchlorure de fer moyennement étendu avec 2 ou 3 volumes d'acide chlorhydrique ou sulfurique, et l'on évapore ce réactif avec la cholestérine ; il apparaît alors une belle couleur violette.

§ 5. — SUBSTANCES EXTRACTIVES DU CERVEAU.

Les principes extractifs les plus importants que l'on trouve normalement dans le cerveau sont : la créatinine, la leucine, la xanthine, l'hypoxanthine, l'urée, l'acide sarcolactique et peut-être des acides gras volatils, enfin l'acide urique. On n'y a jamais rencontré de tyrosine.

Pour obtenir ces divers corps, on opère, comme nous l'avons dit au paragraphe précédent, en parlant de la séparation de l'acide urique, de la cholestérine et de l'inosite.

On peut employer aussi la méthode suivante :

On délaye le cerveau dans de l'eau de baryte, qu'on laisse agir douze à dix-huit heures; on passe au tamis fin; on précipite la liqueur par un peu de gypse, et l'on chauffe à l'ébullition. Il se fait un coagulum (*a*), et une liqueur jaune (*b*), qu'on prive de baryte par un courant d'acide carbonique prolongé tant qu'il y a précipité et que la liqueur reste alcaline. Outre les albumines cérébrales, on trouve dans le coagulum (*a*) la majeure partie des graisses. La liqueur (*b*) contient un albuminate barytique alcalin qui se sépare par la chaleur sous forme de membranes, des substances analogues à la caséine, de la cholestérine, une matière grasse brunâtre, des acides gras liquides, de la leucine, de la créatinine, de la sarcine, de l'acide lactique (*W. Müller*). Liebig a signalé aussi dans le bouillon obtenu avec le cerveau, deux sels de baryte, l'un soluble, l'autre insoluble dans l'alcool.

L'acide urique se trouve dans la partie du cerveau insoluble dans l'eau de baryte.

Créatine. — W. Muller en a dosé $0^{gr},025$ dans un kilo de cerveau humain. Il n'en a pas trouvé dans le cerveau de bœuf, mais à sa place, il signale une substance analogue à la leucine[1], en même temps que de la xanthine, de l'hypoxanthine et de l'acide urique.

Leucine. — Lorenz ne l'a jamais rencontrée dans le cerveau normal. Neukomm[2] l'y a trouvée à la suite de diverses maladies.

Xanthine; Hypoxanthine. — Elles ont été signalées dans le cerveau humain par Muller, par Lorenz et par Scherer.

Urée. — Sa présence dans le cerveau est douteuse. Schültze l'a signalée dans l'organe électrique de la torpille. Elle existe dans le cerveau des poissons cartilagineux.

Acide lactique. — Son sel de chaux renfermant 5 équivalents d'eau de cristallisation, cet acide paraît être de l'acide lactique de fermentatation. 1000 grammes de cerveau de bœuf en donnent $0^{gr},5$.

Acides gras. — On trouve dans la liqueur provenant de la distillation du bouillon du cerveau des acides formique et acétique produits sans doute par l'altération de substances plus complexes.

Acide urique. — Il a été signalé dans le cerveau par W. Muller.

L'existence de ces diverses substances extractives semble indiquer que la désassimilation de la matière cérébrale est à beaucoup d'égard analogue à celle de la matière musculaire.

§ 6. — MATIÈRES MINÉRALES DU TISSU NERVEUX.

Outre les substances organiques précédentes, on trouve dans le cerveau de l'eau en très-grande quantité et des sels minéraux.

L'eau varie avec les divers points du cerveau et des nerfs. Schlossberger[3] en a trouvé de 70 à 80 p. 100 dans les nerfs périphériques ; 64 à 70 dans la substance blanche ; 84 à 86 dans la substance grise chez l'adulte.

[1] Elle contenait $Az = 13,89$ au lieu de $Az = 10,68$ p. 100 que demande la leucine. Peut-être était-ce la leucine butyrique C^8H^9AzO.
[2] *Arch. Anat. phys.*, 1860, p. 1.
[3] *Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXXVI, p. 119.

Weisbach a fait à ce sujet de nombreuses déterminations d'où nous extrayons les chiffres suivants :

QUANTITÉ D'EAU CONTENUE DANS 100 PARTIES DE SUBSTANCE CÉRÉBRALE :

	Hommes.			Femmes.		
	20 à 30 ans.	30 à 50 ans.	70 à 94 ans.	20 à 30 ans.	30 à 50 ans.	70 à 91 ans.
Substance blanche.	69.56	68.31	72.61	68.29	70.31	72.20
— grise. .	83.36	83.60	84.78	82.62	83.06	83.95
Cervelet.	78.83	77.87	80.34	79.49	78.98	79.79
Moelle allongée. .	74.43	73.25	73.62	74.07	72.98	73.37

Chez le fœtus, comme chez les poissons, la masse cérébrale est presque liquide. Elle contient de 87,9 à 92,6 p. 100 d'eau.

Les *cendres* que le cerveau laisse quand on l'incinère ont une composition très-rapprochée de celles du globule sanguin[1]. Breed a obtenu, pour 100 parties de cerveau à l'état frais, $0^{gr},027$ de cendres. 100 parties de ces cendres contenaient :

Phosphate de potasse.	55.24
— de soude..	22.93
— de magnésie. . . .	3.40
— de chaux.	1.62
— de fer..	1.23
Chlorure de sodium	4.74
Sulfate de potasse.	1.64
Acide phosphorique (libre).. .	9.15
Acide silicique..	0.42

En comparant les éléments minéralisateurs principaux du cerveau à ceux de la viande, du jaune d'œuf, du lait et du sang, nous trouvons pour 100 de cendres provenant de chacune de ces origines :

	Cerveau.	Viande.	Vitellus.	Lait.	Sang.
Potassium.	32.4	34.4	8.9	21.4	11.2
Sodium.	10.7	2.4	5.12	—	6.3
Magnésie..	1.23	1.45	2.07	0.87	1.26
Chaux.	0.72	1.99	12.1	18.8	1.85
Chlorure de sodium.	4.7	10.6	—	10.7	55.6
Chlorure de potassium	—	—	—	26.3	—
Acide phosphorique..	48.1	48.1	78.9	19.1	11.1
Acide sulfurique. . .	0.75	—	—	2.6	1.6
Silice.	0.42	0.81	0.55	trace.	—

[1] Nous rappellerons au sujet de l'incinération du cerveau et des cendres qui en résultent les remarques faites à propos de l'incinération et des cendres des muscles et des globules rouges du sang, t. I, p. 309 et 484.

L'analogie est frappante entre les cendres du cerveau et celles de la viande. Seulement dans celles-ci une partie notable du phosphate de soude est remplacée par du chlorure de sodium.

Horsford[1] a signalé aussi les fluorures dans les cendres cérébrales.

La substance blanche est plus riche en matières minérales que la grise, dans le rapport de 100 à 69. Cette dernière donne une cendre alcaline et plus pauvre en phosphates (*Lassègne; Schlossberger*): nouvelle preuve que les matières phosphorées n'appartiennent pas spécialement aux cellules cérébrales.

ARTICLE IV

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES CORRÉLATIFS DE L'ACTIVITÉ ET DU REPOS CÉRÉBRAL

Le nerf inactif ou paralysé dégénère, de même que le muscle qui ne travaille plus s'atrophie. On peut dire pour le cerveau, comme pour les autres organes, que toute mise en jeu de son activité y produit un mouvement de désassimilation et d'assimilation corrélatives. Rappelons qu'il suffit de faire passer devant les yeux d'un poulet un papier diversement coloré pour qu'à chacun des changements de teinte son cerveau s'échauffe sensiblement (*Morritz Schiff*).

Activité cérébrale. — On peut mettre artificiellement les nerfs en état d'activité ou d'excitation par des substances ou des moyens mécaniques identiques pour les nerfs sensitifs ou moteurs. Les acides si actifs sur les muscles, même quand ils sont très-étendus, n'ont pour ainsi dire aucun effet sur les nerfs. Les solutions très-affaiblies d'alcalis fixes et de leurs carbonates stimulent les deux organes; il en est de même des solutions concentrées de sels alcalins neutres. La plupart des sels métalliques restent sans effet sur les nerfs. L'ammoniaque qui excite si puissamment le muscle n'a point d'action sur les nerfs. La glycérine n'agit pas sur les muscles, et met les nerfs moteurs en état de tétanos.

Le sang non oxygéné et celui qui est très-riche en acide carbonique sont des stimulants énergiques de la moelle allongée. Le

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXLIX, p. 202.

sang chargé d'urée, d'acide hippurique, ou mêlé d'un peu de cholates alcalins exerce une action très-sensible sur le centre d'arrêt réflexe de Setschenow (*Ranke*).

Le nerf en état de repos est alcalin ; en état d'activité tétanique, il tend à s'acidifier ; mais il ne s'échauffe pas sensiblement même de 1/1000[e] de degré (*Helmholtz*). Il n'en est pas de même des centres nerveux excitateurs, comme nous l'avons dit plus haut.

Quels sont les produits de désassimilation dus au jeu de l'activité cérébrale ? On ne saurait être très-affirmatif à cet égard. Sans doute que les substances dites extractives que l'on trouve dans l'extrait aqueux cérébral et dont nous avons parlé à la fin du précédent article, se produisent dans le cerveau qui travaille, comme elles se forment dans le muscle en activité ; mais dérivent-elles de la substance cérébrale même, ou du sang qui la baigne pendant qu'elle fonctionne ? Question plus difficile à résoudre encore que pour les muscles. Il est cependant une substance qui semble se produire aux dépens mêmes de la matière nerveuse et dériver soit du protagon, soit des matières albuminoïdes, c'est la cholestérine, qui est au cerveau ce que l'urée est au sang ou à l'ensemble des autres organes.

Voici les nombres donnés par A. Flint[1] pour la teneur de 1000 grammes de sang en cholestérine :

		Cholestérine.
Chien adulte éthérisé. taille moyenne	Carotide.	0.774
	Jugulaire interne.	0.801
	Veine fémorale. .	0.806
Jeune chien petite taille.	Carotide.	0.967
	Jugulaire interne.	1.545
	Veine fémorale. .	1.028
Chien grand et robuste.	Carotide.	0.768
	Jugulaire interne.	0.947

On voit que le sang qui revient du cerveau s'est enrichi très-notablement en cholestérine dans son passage à travers cet organe.

Suivant certains expérimentateurs (*Hammond*, *Mossler*, *Byasson*), l'acide phosphorique, excrété par les urines, augmente avec le travail cérébral ; suivant d'autres, la quantité d'acide phosphorique reste constante lorsque le cerveau réfléchit, seulement les phosphates alcalins augmentent et les phosphates terreux

[1] *Recherches sur une nouvelle fonction du foie*, brochure de 1868, p. 18.)

diminuent (*Hodges-Wood*). Ces travaux mériteraient d'être repris. Nous en dirons autant de ce qui a été avancé sur l'augmentation de l'urée pendant le travail de la réflexion et la contention d'esprit.

Davy[1] a prouvé que, par une excitation nerveuse prolongée, la température du corps tout entier s'élève, et que l'acide carbonique exhalé s'accroît sensiblement.

Repos nerveux. — A la suite d'un exercice modéré, le système nerveux se repose et se nourrit aux dépens des matériaux que lui apporte le sang. La ligature des vaisseaux qui sont destinés à charrier jusqu'aux nerfs les éléments de leur rénovation leur enlève toute excitabilité. Lorsqu'on lie l'artère nourricière d'un muscle, ses nerfs moteurs perdent toute activité, probablement parce qu'on empêche d'arriver aux plaques musculaires terminales de ces nerfs les éléments de toute nutrition continue.

Nous n'avons pas ici, du reste, à discuter par quel mécanisme physiologique se fait ce travail de rénovation, mais il semble s'accomplir surtout durant le sommeil.

CHAPITRE II

MATIÈRES DE LA GÉNÉRATION

La fonction par laquelle les êtres vivants se reproduisent et perpétuent leur espèce n'est, pour ainsi dire, qu'un mode spécial de la nutrition générale. Que la reproduction s'accomplisse par scissiparité ou par bourgeonnement, comme chez les êtres inférieurs, ou bien qu'elle se fasse par ovulation, comme chez les animaux supérieurs, c'est toujours par l'exagération des forces d'assimilation de tout l'être, de l'une de ses parties, ou d'une cellule spéciale, que commence et se poursuit la formation et l'accroissement d'un individu nouveau.

Chez les animaux les plus parfaits, la génération est le résultat du développement du germe que porte la femelle, développement qui ne suit, il est vrai, son cours régulier et complet que sous

[1] Voir *Arch. gén. méd.*, 1846. Sup[t].

l'influence de la liqueur spermatique du mâle[1]. Le germe ou ovule et le sperme, voilà donc les agents spécifiques, les matières mêmes de la génération dont nous avons à faire ici l'histoire chimique. Nous y joindrons l'étude du lait qui se rattache si immédiatement à la fonction de reproduction et qui est comme la dernière phase des phénomènes spéciaux de nutrition destinés à développer le nouvel être.

ARTICLE PREMIER

L'ŒUF

§ 1. — CONSTITUTION DE L'ŒUF.

L'ovule, produit dans les vésicules de de Graaf contenues dans l'ovaire, est expulsé de ce dernier organe quand il est arrivé à maturité, et porte alors le nom d'*œuf*.

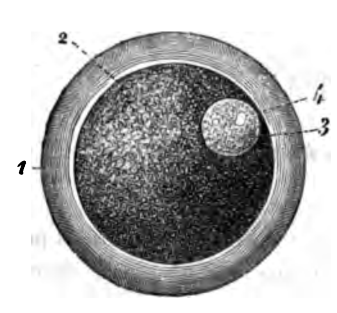


Fig. 44. — Œuf de mammifère.

L'œuf des mammifères (*fig.* 44) se compose de quatre parties principales et constantes qui sont de dehors en dedans :

La *membrane vitelline* ou *zone pellucide* 1 ;

Le *vitellus* 2 ;

La *vésicule germinative* ou de *Purkinge* 3 et *sa tache* 4;

Et la *vésicule embryogène* qui, dans la figure, n'a pas été indiquée et se trouve comme la vésicule germinative noyée dans le vitellus.

La *membrane vitelline* 1, épaisse, entièrement amorphe et transparente chez les mammifères, fibreuse et fort mince chez les oiseaux, toujours très-élastique et très-résistante, contient la sub-

[1] Le développement du germe dans l'ovule paraît pouvoir se produire, anormalement et imparfaitement il est vrai, à l'abri de toute influence spermatique. La liqueur séminale l'excite et le régularise. Du reste les phénomènes de parthénogénèse, ou de reproduction répétée, par de simples femelles et sans le concours du mâle, qui ont été si bien étudiés sur plusieurs espèces d'insectes de la famille des *aphides*, sur divers lépidoptères, etc., prouvent bien que la matière fécondante du mâle n'est point immédiatement nécessaire et ne paraît agir que comme *primum movens*.

stance vitelline et est en rapport, avant l'ovulation, avec les cellules granuleuses de la vésicule de de Graaf.

Le *vitellus* 2, d'abord transparent dans l'ovule, est formé, à la maturation de l'œuf, d'une grande quantité de granulations grises ou jaunâtres réunies entre elles par une substance visqueuse. Il en résulte un certain nombre de petites masses cohérentes, opaques, qui quelquefois ne remplissent pas entièrement la membrane vitelline, et laissent alors entre elles et cette paroi un espace occupé sans doute par la matière visqueuse qui réunit les parties colorées du vitellus.

Le vitellus contient dans sa masse deux cellules spéciales : la *vésicule germinative* et, chez la plupart des animaux, à l'exception peut-être des mammifères, la *vésicule embryogène*.

La *vésicule germinative* (3, *fig.* 44), observée d'abord par Purkinge dans l'œuf d'oiseau et par Coste dans celui des mammifères, est une cellule parfaitement sphérique, en général transparente, très-fragile, très-passagère, car elle disparaît dès que l'ovule tombe dans les trompes. Elle renferme souvent un amas spécial de granulations auquel on a donné le nom impropre de tache germinative.

La *vésicule embryogène*, découverte par Balbiani, est une vésicule arrondie que l'on trouve aussi dans le vitellus de la plupart des animaux, et qui paraît être le point de départ des granulations vitellines. Elle semble, à l'opposé de la précédente, persister après la fécondation.

Telle est la constitution de l'œuf chez les mammifères, beaucoup de poissons, les batraciens, et la plupart des invertébrés, à l'exception des mollusques céphalopodes.

Mais tandis que chez les animaux précédents cette organisation ne se complique pas davantage jusqu'au moment où commence la série des phénomènes du développement de l'embryon, chez les oiseaux, les reptiles écailleux, les poissons cartilagineux, les céphalopodes, il s'ajoute à l'œuf proprement dit des parties accessoires qui doivent être considérées comme un amas de matière alimentaire destinée à servir au développement de l'être futur. Dans l'ovule des oiseaux, il se fait un dépôt de granulations autour de la vésicule germinative; elles forment avec elle le *cumulus* ou *cicatricule*. Des cellules diaphanes d'abord, puis granuleuses, avec ou sans noyau, s'organisant sans cesse entre la cicatricule et la membrane vitelline, repoussent le cumulus vers

la surface interne de cette dernière, et forment une masse qui, augmentant de quantité, tend la membrane vitelline, l'amincit et finit par constituer *le jaune de l'œuf* coloré par un dépôt de pigments jaunes ou orangés qui se fait dans ces cellules nouvelles.

Dans son trajet à travers l'oviducte, le globe vitellin s'entoure encore chez l'oiseau d'un albumen formé d'une substance glaireuse de nature protéique, sécrétée par les glandules de la tunique muqueuse de ce tube ; cet albumen s'enveloppe à son tour d'une double membrane et d'une coque formée aux dépens d'un liquide laiteux sécrété dans la partie villeuse de l'oviducte. L'œuf est alors complet et peut être expulsé au dehors.

Ainsi les parties qui, dans l'œuf d'oiseau, correspondent plus spécialement à l'œuf des mammifères et des autres classes ci-dessus désignées, sont : la membrane vitelline qui entoure le jaune, et le *cumulus*, *vitellus blanc* ou vrai vitellus avec sa vésicule de Purkinge. Les autres portions, masse principale du jaune, albumen, membranes et coque, ne sont que des parties accessoires, organes protecteurs, ou aliments spéciaux de réserve, destinés au nouvel être qui doit trouver dans l'œuf pondu de quoi se suffire à lui-même. Ces annexes sont rendues inutiles chez le mammifère par la manière dont l'œuf fécondé se nourrit dans la matrice aux dépens de la mère. Il est bon de se bien rendre compte de la correspondance de ces diverses parties si nous voulons, par analogie, conclure des études chimiques de l'œuf d'une classe à celui d'un autre groupe zoologique.

Ce qu'il nous importerait donc de connaître, à propos de l'espèce humaine, serait la constitution des œufs qui ne contiennent que la membrane vitelline et le vitellus proprement dit, œufs caractérisés par le manque d'une cicatricule visible et par conséquent par l'absence de matières accessoires, jaune et blanc. Les œufs des poissons osseux, des batraciens et des insectes sont dans ce cas. Malheureusement les études faites dans ce sens sont peu nombreuses. On a surtout examiné avec soin le jaune et le blanc d'œufs d'oiseau, c'est-à-dire les parties accessoires, simplement destinées à la nutrition du nouvel individu. Ce sont celles qui feront principalement le sujet de cette exposition ; encore observerons-nous une remarquable analogie entre la composition chimique de l'œuf des poissons osseux, et en général des animaux dont l'œuf est dénué de parties accessoires, comme dans notre espèce, et le *jaune* de

l'œuf d'oiseau. Nous nous garderons, d'ailleurs, de négliger chemin faisant ce que l'on sait des œufs qui n'offrent, comme dans l'espèce humaine, que ces parties fondamentales et nécessaires que l'on trouve déjà dans l'ovule avant son développement.

§ 2. — DESCRIPTION DE L'ŒUF. — (A). PARTIES ACCESSOIRES.

L'œuf qui a été le plus étudié, l'œuf de poule, se compose de plusieurs parties dont il nous importe d'abord de bien connaître les relations mutuelles.

L'œuf de poule est formé de dehors en dedans (*fig.* 45) :

1° De la *coquille a* de forme ellipsoïdale ;

2° De la *membrane coquillière* composée de deux feuillets, l'externe *c* et l'interne *d* qui laissent entre eux, du côté du gros bout de l'œuf, un espace *e* rempli de gaz et qu'on nomme *chambre à air;*

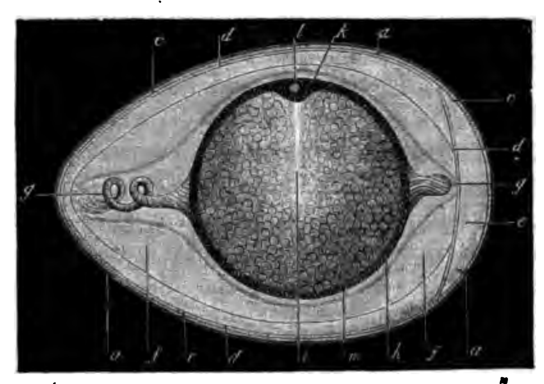


Fig. 45. — Œuf d'oiseau.

3° Du *blanc* ou *albumen f*, *f*, formé de trois couches d'albumine divisées elles-mêmes en larges cellules par un tissu membraneux très-léger. Ces couches vont en augmentant de densité de la circonférence au centre;

4° Des *chalazes g*,*g*, sorte de ligaments glaireux contournés qui servent à unir les vitellus à la membrane coquillière ;

5° De la *membrane du jaune* ou *membrane vitelline h* qui enveloppe le jaune et le suspend au milieu du blanc. Elle est fine, transparente et de structure fibreuse ;

6° Du *jaune*, formé par une masse considérable de cellules avec ou sans noyau, contenant beaucoup de matières grasses colorées

par un pigment orangé et réunies par une matière filante. A côté de ces cellules se trouvent des granulations en grande partie formées, d'après Lehmann, d'une substance analogue à la caséine, soluble dans les sels alcalins, et d'un grand nombre de gouttelettes graisseuses. Dans le jaune se trouve une sorte de cavité ou goulot *i* rempli d'une matière plus claire ;

7° Au haut du goulot dont nous venons de parler, dans le jaune et au-dessous de la membrane vitelline, existe un amas de granulations qui constitue la *cicatricule* ou *disque proligère k*, au centre de laquelle se voit la *vésicule germinative* ou de Purkinge *l*.

L'œuf d'un *poisson cartilagineux* est très-analogue à celui que nous venons de décrire. Il est aussi formé d'une enveloppe extérieure contenant un liquide albumineux, où se trouvent en suspension des grains blancs ou des plaques d'une matière protéique insoluble, mêlée d'une graisse colorée et phosphorée. Ces deux dernières substances représentent le jaune et englobent la vésicule germinative.

Il n'en est plus de même d'un œuf de poisson osseux ou de batracien. On ne le trouve plus composé que d'une membrane hyaloïde contenant un jaune ou vitellus granuleux, non entouré d'albumine et exempt de la cicatricule qui accompagne le germe.

Nous étudierons en particulier le blanc et le jaune de l'œuf dans les paragraphes suivants. Disons seulement ici ce que l'on sait des parties accessoires qui composent l'œuf d'oiseau.

Coquille. — Elle est formée d'une substance organique sulfurée fortement imprégnée de sels calcaires, surtout de carbonates, et quelquefois colorée de pigments qui seraient, d'après Vicke[1], identiques à ceux de la bile de l'animal. Elle renferme environ 1 p. 100 d'eau. Voici quelques analyses de coquilles sèches :

	Vauquelin.	*Prout.*	*B. Vicke.*		
	Poule.	Poule.	Poule.	Héron.	Oie.
Carbonate de calcium.	89.6	91	93.70	94.60	93.26
Carbonate de magnésium. . .	»	»	1.39	0.69	0.72
Phosphate de calcium avec un peu de phosphate de magnésium.	5.7	7	0.76	0.42	0.47
Matière animale	4.7	2	4.15	4.30	5.55
	100.0	100	100.00	100 01	100.00

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXV; p. 78, et *Bull. soc. chim.*, 1863, p. 450.

D'après Roussin, l'introduction dans les aliments de carbonates de baryte, de strontiane et surtout de magnésie, enrichirait la coquille de l'œuf de poule en ces divers sels.

Membrane coquillière. — Celle de l'œuf de poule a, suivant Scherer, tout à fait la composition de l'osséine et laisse, quand on l'incinère, un peu de cendres riches en phosphate de chaux. La membrane des chalazes, et celles qui divisent l'albumen en cellules, ne sont que des dépendances de la membrane coquillière, et peut-être de la membrane vitelline elle-même. Elles ont une composition identique ou analogue.

Chambre à air. — Les gaz qu'elle contient paraissent être plus riches en oxygène que l'air ordinaire. Bischoff y a trouvé 23,47 p. 100 d'oxygène.

Composition moyenne de l'œuf. — En moyenne, pour un œuf de poule d'un poids égal à 100 la coque et ses membranes pèsent 10,69; le blanc, 60,42; le jaune, 28,9. Le rapport du blanc au jaune est très-variable dans les diverses espèces[1]. Le blanc pèse toujours plus que le jaune.

Nous avons dit qu'après ceux des mammifères les œufs qui se rapprochent le plus par leur constitution de l'œuf de notre espèce sont ceux des poissons osseux. Il ne sera donc pas sans intérêt de présenter ici le tableau de l'analyse des œufs de carpe. Elle est due à Gobley[2].

COMPOSITION CENTÉSIMALE DE L'ŒUF DE CARPE.

Eau.	64.080
Paravitelline (très-analogue à la vitelline et à l'albumine)	14.060
Oléine et margarine.	2.574
Cholestérine.	0.266
Lécithine.	3.045
Cérébrine.	0.205
Matières extractives.	0.389
Chlorhydrate d'ammoniaque.	0.042
Chlorures de sodium et de potassium.	0.447
Sulfate et phosphate de potasse.	0.037
Phosphates de chaux et de magnésie.	0.292
Matière colorante, traces de fer.	0.033
Membranes et enveloppes.	14.530
	100.000

[1] Voy. *Ann. ch. phys.*, [3], t. I, p. 133.
[2] *Journ. de pharm.* [3], t. XVIII, p. 118. — Voir pour la composition de l'œuf des reptiles, *Bull. Soc. chim*, t. XX, p. 85.

§ 3. — DE L'ALBUMEN ET DES SUBSTANCES QUI LE CONSTITUENT.

Albumen. — Le *blanc d'œuf*, ou *albumen*, de l'œuf de poule est, avons-nous dit, formé de trois couches principales augmentant de viscosité de la circonférence au centre qui est occupé par le jaune. Cette viscosité plus grande peut tenir à une moindre quantité d'eau, ou à une différence dans la nature de la matière albumineuse, ou bien à ce que la trame de cellules membraneuses qui englobe le liquide albumineux est plus serrée sur certains points. Si l'on observe le blanc d'œuf au microscope, on y voit les membranes cellulaires amorphes de l'albumen ainsi qu'un certain nombre de granulations et de fines aiguilles de matière grasse (palmitine suivant *Lehmann*).

Quand on force le blanc d'œuf à passer sous pression à travers une toile serrée, son tissu celluleux se divise et il acquiert une plus grande fluidité. Les chalazes et une partie des membranes restent dans le nouet.

On obtient ainsi un liquide un peu visqueux, légèrement jaunâtre, d'un goût salin, à réaction faiblement alcaline, en partie précipitable par l'eau. Il est principalement formé d'une solution aqueuse d'albumine, d'une petite quantité d'une matière protéique coagulable par l'acide acétique et ayant des propriétés analogues à celles de la myosine, de matières extractives et de sels. Le tableau suivant indique dans quels rapports existent ces substances :

ANALYSE DU BLANC D'ŒUF DE POULE.

	Lehmann.	*Bostock.*	
Eau	866.84	850	800
Matières albuminoïdes	122.74	120	115
Matières extractives	3.82	27	45
Graisses	—	—	—
Sels minéraux	6.60	3.0	—

L'albumen contient de 82 à 88 p. 100 d'eau, suivant le temps depuis lequel l'œuf a été pondu, et de 10 à 13 p. 100 d'albumine en grande partie unie aux sels alcalins. Parmi les matières ex-

[1] Voir *Gmelin's Handbuch*, t. VIII.

tractives on trouve, suivant Lehmann, un sucre fermentescible qui forme, d'après cet auteur, 0,05 p. 100 du résidu fixe total de l'albumen, et, suivant Meisner, 0,8 p. 100. On y rencontre aussi une petite quantité de graisses[1], de savons de soude et de matières azotées. Les cendres varient de 0,64 à 0,68 p. 100 de résidu sec. Elles contiennent, suivant Poleck, pour 100 parties :

	I.	II.
Chlorure de sodium	9.16	14.07
Chlorure de potassium	41.29	42.17
Soude	23.04	16.09
Potasse	2.36	1.15
Acide phosphorique (P^2O^5)	4.83	3.79
— carbonique	1.60	11.52
— sulfurique (SO^3)	2.63	1.32
— silicique	0.49	2.04
Chaux	1.74	2.79
Magnésie	1.60	3.17
Oxyde de fer	0.44	0.55
Fluor[2]	traces	—

Les œufs des poissons cartilagineux ont aussi un albumen. Celui des œufs de *raie* et de *roussette* a été examiné par Fremy et Valenciennes[3]. Cet albumen gélatineux doit cette propriété à un feutrage de membranes qui contient dans ses cellules un liquide aqueux, donnant à peine un faible résidu lorsqu'on l'évapore, et très-pauvre en albumine coagulable. Mêmes observations ont été faites pour le blanc d'œuf de tortue et celui de vipère.

Une partie de la potasse et de la soude contenue dans l'albumen paraît être à l'état de carbonates que les acides décomposent, une autre est unie aux matières albuminoïdes.

Le blanc d'œuf contient, en outre, quelques gaz et spécialement un peu d'acide carbonique (Voir plus loin). Suivant MM. Mathieu et Urbain, en se combinant à l'albumine lorsqu'on la chauffe, cet acide devient la cause de la coagulation. Les mêmes auteurs ont signalé dans le blanc d'œuf une trace de sels ammoniacaux volatils.

Lorsqu'on chauffe directement le blanc d'œuf de poule il se coagule et forme une masse semi-solide, ou des flocons, en partie

[1] On les extrait en épuisant par l'éther alcoolique l'albumen desséché. Elles sont formées d'oléine et de margarine. L'éther extrait en outre un pigment bleuâtre.
[2] Indiqué par Nicklès.
[3] *Ann. chim. phys.*, t. L, p. 142.

solubles dans le sel marin et le chlorhydrate d'ammoniaque. La portion insoluble est formée d'albuminates pauvres en alcalis, et des membranes cellulaires de l'albumen.

Le liquide filtré provenant de la coagulation de l'albumine étendue d'eau, contient un albuminate plus alcalin, que la chaleur ne coagule pas directement, mais qui précipite à chaud par l'acide acétique ou par le sel ammoniac. Dans le premier cas, l'albuminate alcalin est décomposé par l'acide; dans le second, il se fait par double décomposition du chlorure de sodium et de l'albuminate d'ammoniaque que la chaleur coagule en en chassant l'alcali volatil. (*Lehmann.*)

Matières protéiques de l'albumen. — Il existe dans le blanc de l'œuf de poule différents composés protéiques qui sont : une matière albuminoïde que l'agitation avec des gaz inertes précipite; une autre substance soluble dans le sel marin au 10e, de nature protéique, que l'on peut séparer en ajoutant au blanc d'œuf battu et filtré, quelques gouttes d'acide acétique; enfin, une ou plusieurs *albumines proprement dites* aptes à se coaguler par la chaleur. Voici quelques détails sur ces principes divers.

Substance albuminoïde précipitable par l'agitation. — Lorsque dans du blanc d'œuf filtré, privé de membranes et additionné ou non de sel marin, on fait passer un courant d'un gaz inerte quelconque, air, hydrogène, acide carbonique, il se forme bientôt un précipité fibrineux dû à la séparation d'une matière albuminoïde qui, suivant Melsens, ne deviendrait insoluble que grâce à l'agitation[1]. Si, en effet, on place la dissolution de blanc d'œuf dans un ballon où l'on fait le vide, et dont on chasse l'air à basse température par l'ébullition, puis qu'on scelle et agite ce ballon on y verra se produire le même corps insoluble. On ne saurait donc invoquer ici l'action de l'oxygène ou toute autre action chimique que celle que provoque le mouvement. Peut-être aussi cette précipitation, que j'ai vérifiée en secouant du blanc

[1] *Ann. ch. phys.* (3), t. XXXIII, p. 184. Melsens pensait que cette albumine se précipitait sous forme organisée. C'est une erreur qu'il a rectifiée depuis. Cette matière est fibrillaire, finement striée à la façon des flocons de fibrine du sang mais non organisée.

Le curieux fait de la transformation d'une substance soluble en matière insoluble sous l'influence du choc est l'analogue de ceux que Stass a publiés sur cette portion du chlorure d'argent qui reste soluble malgré un petit excès de précipitant, tant qu'on n'a pas vivement agité le vase.

d'œuf filtré et dyalysé, dans du gaz hydrogène absolument pur, peut-elle s'expliquer par l'entraînement par les gaz inertes, ou par l'action du vide, d'une petite quantité de substances qui, telles que les sels ammoniacaux, dissoudraient la matière dont Melsens attribue la coagulation au simple choc. Quoi qu'il en soit, il résulte de mes expériences que la substance qui se sépare ainsi forme $0^{gr},46$ p. 100 du poids de l'albumen total, décompose aisément l'eau oxygénée, possède la composition de la fibrine[1], se dissout comme elle, quoique un peu plus difficilement dans le sel marin au 10e, mais en diffère toutefois par son insolubilité dans l'ammoniaque étendue, et en ce que sa solution salée ne coagule pas comme celle de fibrine, par les acides et difficilement par la chaleur.

Albumine ordinaire de l'œuf d'oiseau. — La substance à laquelle on donne le plus communément le nom d'albumine est la matière albuminoïde principale du blanc d'œuf de poule dont nous allons ici faire l'histoire un peu détaillée.

Albumine d'œuf de poule.

L'albumine d'œuf se prépare de la manière suivante : On étend le blanc d'œuf battu de son volume d'eau, et on l'acidule très-légèrement avec de l'acide acétique. Il se précipite ainsi une substance analogue aux matières fibrinogènes ou peut-être à la myosine, soluble dans le sel marin et dans le nitre. On sépare ce coagulum par le filtre. On place la solution dans un dialyseur de papier parchemin, et on l'abandonne dans un lieu très-froid en renouvelant souvent l'eau du vase extérieur. Au bout de quelques jours, il ne passe sensiblement plus de sels à travers le papier. On peut alors sécher entièrement l'albumine dans le vide sec.

Ainsi préparée, elle est à peu près pure, mais non exempte entièrement de matières minérales. 100 grammes de substance sèche donnent encore, après 7 jours de dialyse, $0^{gr},51$ de cendres formées de phosphates alcalino-terreux et d'une trace de carbonates et de chlorures (*A. Gautier*). Une plus longue dialyse ne change ni le poids ni la nature de ces cendres.

Wurtz prépare l'albumine pure par le procédé suivant. Après avoir détruit les cellules de l'albumen et l'avoir filtré, il précipite

[1] J'ai trouvé à l'analyse C = 52,85 ; H = 7,02 ; Az = 15,7. En outre un centième de phosphates et de chlorures.

la liqueur par le sous-acétate de plomb. L'albuminate de plomb est ensuite lavé, délayé dans de l'eau, et traité par de l'acide carbonique qui enlève le métal. On filtre alors et l'on fait passer quelques bulles d'hydrogène sulfuré pour décomposer une trace d'albuminate plombique, on chauffe un instant à 60° jusqu'à ce qu'une coagulation commençante entraîne la totalité du sulfure de plomb. On filtre de nouveau, et l'on concentre dans le vide. On obtient ainsi une albumine à peu près exempte de cendres (0,45 p. 100), mais privée de la partie du blanc d'œuf la plus aisément coagulable (V. plus loin). Distillée avec l'acide phosphorique, elle ne donne pas trace d'acide acétique[1].

L'albumine pure et sèche, obtenue par dialyse, est un corps amorphe, transparent, presque incolore, sans saveur ni odeur. Sa densité est de 1,262 à l'état sec.

Elle se dissout dans l'eau avec laquelle elle forme une solution un peu visqueuse, mousseuse, et qui, par l'agitation, laisse précipiter des matières albuminoïdes insolubles (Voir plus haut).

L'albumine est peu diffusible. Mise au fond de l'eau une solution au dixième ne laisse en 14 jours diffuser dans les couches aqueuses immédiatement superposées que le tiers à peine du poids de l'albumine sèche dissoute. Une solution à 4 p. 100, placée sous une hauteur de 10 millimètres sur un dialyseur de papier parchemin de 100 cent. carrés de surface et de $0^{mm},088$ d'épaisseur, ne laisse passer à la température de 13°, et pendant 11 jours, que 2,6 p. 100 de l'albumine dissoute[2]. La dialyse à travers les membranes animales suit d'autres lois.

Les solutions d'albumine préparée comme il a été dit plus haut, sont en général légèrement acidules. D'après Graham (*loc. cit.*) elles coagulent le lait sous l'influence de la chaleur, elles précipitent l'émulsine, ce que l'albumine non purifiée ne fait pas. Le précipité formé se redissout dans l'acide acétique.

L'albumine dissoute dans l'eau dévie à gauche le plan de polarisation. Cette déviation serait pour les rayons jaunes moyens, *ligne D*, de 35°,7 (*Bouchardat*) de 38°,5 (*A. Gautier*). Cette dernière détermination a été faite sur de l'albumine d'œuf légèrement acidulée par l'acide acétique, filtrée et dialysée 13 jours avec une trace d'acide cyanhydrique qui en empêche l'altération putride.

[1] *Ann. chim. phys.* [3], t. XII, p. 217.
[2] Voir *Ann. chim. phys.* [3], t. LXV, p. 141 et 193.

La potasse augmente le pouvoir rotatoire de l'albumine jusqu'à — 47° pour l'abaisser ensuite ; mais il y a, dans ce cas, modification moléculaire de l'albumine.

Les solutions aqueuses d'albumine se coagulent quand on les chauffe. D'après l'auteur, cette coagulation commence vers 50° pour l'albumine pure, augmente notablement de 57° à 63°, est presque insignifiante de 63° à 71° se fait pour les quatre cinquièmes du poids de l'albumine dissoute de 72° à 75°, et enfin décroît rapidement jusqu'à 80° où elle devient à peu près nulle. Pour une température donnée, la coagulation de l'albumine n'est pas instantanée.

Les températures de coagulation varient avec les quantités d'eau, de sels, d'alcali, d'acide, d'alcool mélangés.

D'après dés recherches très-importantes de MM. Mathieu et Urbain[1], lorsqu'on extrait complétement par le vide les gaz contenus dans l'albumine d'œuf ou dans le sérum, on obtient en moyenne pour 100 cent. cubes d'albumine d'œuf :

CO^2. . .	66$^{c. cub.}$76
O. . . .	2. 31
Az. . . .	3. 77

il reste *un liquide albumineux qui ne se coagule plus par la chaleur*, mais qui précipite par l'alcool, les acides et les sels métalliques. Cette liqueur redevient coagulable *lorsqu'on lui rend son acide carbonique*. L'albumine étendue de 15 fois son volume d'eau n'est plus notablement coagulable, elle se coagule au contraire, si dans la liqueur on fait passer un courant d'acide carbonique. Après sa coagulation l'albumine ne donne plus d'acide carbonique lorsqu'on la soumet au vide. De ces faits, les auteurs précédents concluent que la coagulation de l'albumine est due à la combinaison de ce corps avec l'acide carbonique primitivement libre dans la solution. Lorsqu'on enlève à une solution d'albumine sous l'influence d'un gaz inerte ou de l'action prolongée du vide, non-seulement son gaz carbonique, mais ses sels volatils (100 d'albumine, en contiennent 0^{gr},20 formés de sulfate, sulfhydrate et surtout carbonate d'ammoniaque), l'albumine se transforme en globuline que l'acide carbonique coagule à la température ordinaire et que le passage d'un courant d'air ou d'un gaz neutre re-

[1] *Journ. de pharm. et de chim.*, novembre 1873.

dissout. A cette globuline si l'on ajoute une trace de carbonate d'ammoniaque, elle repasse à l'état d'albumine qui ne se coagule plus par l'acide carbonique qu'à la température de 72°. Enfin la globuline traitée par un peu de phosphate de soude (0gr,5 pour 100 de *globuline*) précipite comme la caséine par les acides acétique et lactique.

Ces remarquables observations feraient dériver l'albumine ordinaire, l'albumine coagulée, la caséine, etc., d'une substance unique, la *globuline*, apte à se modifier par son union avec de petites quantités d'acide carbonique, de sels ammoniacaux ou de phosphates alcalins.

La présence des sels de potasse ou de soude élève le point de coagulation de l'albumine. Après coagulation, la liqueur devient plus alcaline.

L'albumine coagulée est blanche, opaque, rénitente. Elle est insoluble dans l'alcool et l'éther; dans l'eau par une ébullition prolongée ou dans l'eau à 110°, elle se dissout partiellement en perdant une partie de son soufre et donnant une solution et un résidu grisâtre insoluble. La solution contient une substance analogue à la caséine, des corps précipitables par l'acétate de cuivre, des substances solubles dans l'éther, et des matières protéiques qui précipitent par le sublimé et le sous-acétate de plomb (*A. Gautier*).

L'albumine coagulée est insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique au millième; à chaud elle s'y dissout partiellement (voir t. I, p. 398, *Action du suc gastrique sur les corps albuminoïdes*).

L'albumine forme avec les bases et probablement aussi avec les sels d'alcalis, même neutres, des combinaisons solubles. Toutefois un excès de base, tout en la maintenant soluble, paraît la transformer en *syntonine*.

Ces mêmes phénomènes se passent avec les acides, même avec l'acide acétique, tartrique et phosphorique normal, qui paraissent ne pas altérer l'albumine et ne la coagulent pas. Le tannin précipite l'albumine de ses solutions.

L'acide chlorhydrique au millième la précipite, mais un excès la redissout à l'état de syntonine.

Beaucoup de sels alcalino-terreux, et métalliques précipitent l'albumine. Le précipité d'albumine obtenu par le sublimé corrosif est soluble dans le chlorure de sodium et dans l'acide acétique, mais non dans un mélange de ces deux corps (*Danlos*).

Le précipité par l'acétate de cuivre est soluble dans un excès.

Une solution d'albumine légèrement acidulée par l'acide acétique précipite entièrement par le ferro-cyanure jaune de potassium.

L'alcool donne avec l'albumine des flocons qui sont encore solubles dans l'eau si on ne les laisse qu'un instant au contact de ce liquide. L'éther précipite incomplétement l'albumine. Une solution concentrée de potasse versée dans de l'albumine, donne avec elle une gelée insoluble dans l'eau froide et qui, après avoir été bien lavée, se redissout dans l'eau bouillante. Mais cette dissolution est précipitée par la neutralisation de la liqueur ou par l'addition de sels de soude ou de potasse[1].

A chaud, les alcalis dégagent avec l'albumine, de l'ammoniaque et des ammoniaques composées et donnent des acides butyrique, valérique, oxalique, carbonique, de la leucine et de la tyrosine.

On a dit, à propos du sang, par quels caractères cette substance différait de l'albumine de l'œuf (t. I, p. 511).

On a fait plus haut la remarque qu'une partie notable de l'albumine se coagulait vers 63°, une partie plus considérable vers 74°. Ces deux quantités sont entre elles comme 1 : 5. Cette différence des températures de coagulation semble indiquer qu'il existe dans le blanc d'œuf un mélange de diverses albumines. En effet, d'après l'auteur de ce livre, si l'on sépare l'albumine qui se coagule à 63° et qu'on prenne le pouvoir rotatoire de celle qui reste, on le trouve de — 43° pour une température de 22°. Si l'on calcule alors le pouvoir rotatoire de celle qui a été coagulée à 63°, on le trouve de — 26° environ. L'existence de deux points de coagulation et de deux pouvoirs rotatoires si divers paraît devoir faire admettre que l'albumine d'œuf est un mélange d'au moins deux albumines très-analogues[2]. Elle en contiendrait au moins trois d'après M. Béchamp : l'une, l'albumine de Wurtz, jouirait du pouvoir rotoire $[\alpha]j = -33°,1$; une seconde, du pouvoir $[\alpha]j = 53°,6$, et une troisième précipitable par l'alcool, mais soluble ensuite dans l'eau, jouirait du pouvoir rotatoire $[\alpha]j = 70°,8$. Les caractères donnés par cet auteur ne suffisent point encore pour faire des espèces bien définies de ces divers composés[3].

[1] On admet, surtout en Allemagne, que l'albuminate ainsi obtenu est identique avec la caséine. Plus loin en parlant du lait, nous discuterons cette opinion.

[2] *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 177. Mémoire dans le *Zeitschrift f. Chem.*, 1869.

[3] *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 368. Suivant son habitude d'ailleurs, cet auteur n'a pas cru devoir citer les travaux analogues antérieurs aux siens.

§ 4. — DU JAUNE D'ŒUF.

On a vu, p. 220, quelle est la constitution histologique du jaune de l'œuf d'oiseau. Lorsque, avec une baguette, on a mélangé ses diverses parties, il se présente sous forme d'un liquide jaune, visqueux, un peu transparent, faisant émulsion avec l'eau, d'une odeur et d'un goût faibles. La chaleur et l'alcool le coagulent.

Le vitellus de l'œuf de poule est neutre. Il contient une matière albuminoïde insoluble, qui paraît être faiblement unie à un corps phosphoré ; on lui a donné le nom de *vitelline*. Cette substance est mélangée d'une trace de caséine et d'une certaine proportion d'albumine coagulable par la chaleur. On trouve encore dans le jaune, des substances grasses, de la lécithine, de la cérébrine, de la cholestérine, du glucose et une matière amylacée, des pigments colorés, l'un jaune exempt de fer, l'autre rouge et ferrugineux, des matières extractives, enfin des substances minérales riches en acide phosphorique, et dont la composition ressemble beaucoup à celle des cendres des globules sanguins.

Voici une analyse moyenne, donnée par Gobley, du jaune d'œuf de poule[1] :

Eau	51.49
Vitelline (*albumine exempte de lécithine*).	15.76
Margarine et oléine.	21.30
Cholestérine.	0.44
Matière phosphorée (*lécithine*).	8.43
Cérébrine.	0.30
Chlorures de sodium et de potassium, sulfate de potasse	0.277
Phosphates de chaux et de magnésie. . .	1.022
Chlorhydrate d'ammoniaque.	0.034
Extrait alcoolique.	0.400
Matières colorantes, traces de fer, et d'acide lactique.	0.553
	100.000

Poleck et Weber ont trouvé dans 100 parties de cendres du jaune de l'œuf du même oiseau :

[1] *Journ. de pharm. et de chim.* (3), t. XII, p. 12. Voir aussi dans le *même recueil*, les t. IX, p. 1, 83, 161 et t. XI, p, 409.

	Poleck.	Weber.
Chlorure de sodium.	—	9.12
Oxyde de potassium.	8.93	10.90
— de sodium.	5.12	1.08
— de calcium.	12.21	13.62
— de magnésium.	2.07	2.20
Peroxyde de fer..	1.45	2.30
Acide phosphorique (P^2O^5). .	69.53[1]	60.16
Silice.	0.55	0.62

Il est relativement facile de séparer les substances principales du jaune d'œuf. Il suffit de l'agiter à plusieurs reprises avec un mélange d'eau et d'éther. Celui-ci se colore en jaune orangé et laisse à l'état de flocons la vitelline mêlée aux sels et aux autres substances insolubles dans l'éther, tandis que ce dissolvant se charge des matières grasses et colorantes. L'eau s'empare des sels et des matières albuminoïdes solubles. L'éther étant refroidi à 0° se trouble et dépose au bout de quelque temps une poudre blanche et molle ayant les propriétés du protagon (Voir *Tissu nerveux*).

L'extrait éthéré de l'œuf étant alors évaporé, abandonne une huile visqueuse orangée, dont l'éther froid enlève en grande partie les pigments colorés et la cholestérine. Celle-ci cristallise par évaporation, tandis que les pigments en partie altérés et ne contenant pas de fer, restent incristallisables.

Quant au résidu du vitellus épuisé par l'éther, il paraît contenir la vitelline mêlée d'une petite quantité de caséine et d'albumine ordinaire. En agitant ce mélange avec 1 volume de solution concentrée de sel marin et 1 à 2 volumes d'eau, on obtient une liqueur d'où l'on précipite la vitelline par addition d'eau en excès, ou mieux par quelques gouttes d'acide acétique (*Denis*)[2]. La caséine et l'albumine restent dans les liqueurs aqueuses d'où l'on a extrait le protagon, la vitelline et les matières colorantes.

Vitelline. — On la prépare comme il vient d'être dit avec le jaune d'œuf d'oiseau. Le résidu du vitellus, épuisé par l'éther et l'eau, se dissout dans une solution concentrée de sel marin. On

[1] Dont 5,72 à l'état de liberté et provenant de la calcination des graisses phosphorées.

[2] Denis. *Mémoire sur le sang*, p. 185. Paris, 1859, et *Études sur les substances albuminoïdes* Paris, 1856. L'extraction de la vitelline par cette méthode est entièrement de Denis, et c'est à tort qu'on l'attribue en Allemagne à Hoppe-Seyler. (Voir *Méd. chem. Unters.*, t. I, p. 215.)

précipite la vitelline de cette solution étendue d'eau avec quelques gouttes d'acide acétique. La même substance peut être préparée, suivant Hoppe-Seyler avec les œufs salés d'esturgeon ou *Caviar*.

La vitelline ainsi obtenue, ne doit pas être confondue avec la substance à laquelle Dumas et Cahours et tous les auteurs anciens, à l'exception de Denis, ont aussi donné le nom de *vitelline*, substance qui restait comme résidu, lorsqu'on avait épuisé le jaune d'œuf cuit ou cru par l'éther et l'alcool[1]. La vitelline de Dumas et de Cahours est exempte de phosphore[2]; au contraire celle de Denis et de Hoppe-Seyler, se dédouble sous les moindres influences en deux produits qui sont d'un côté la lécithine[3] mêlée de cérébrine qui entraîne tout le phosphore (?), de l'autre une matière albuminoïde qui n'est autre que la vitelline des anciens auteurs. Quand on traite en effet la vitelline précipitée par l'eau de sa solution dans le sel marin, par de l'acide chlorhydrique au millième, elle s'y dissout en grande partie, mais elle ne tarde pas à donner un précipité qui n'est autre que la lécithine. Lorsque la même vitelline est traitée par l'eau chaude, ou simplement par l'alcool, elle se dédouble aussi en lécithine et cérébrine, et donne en même temps une matière albuminoïde coagulée (ancienne vitelline)[4] insoluble dans le sel marin. Le mélange, d'abord visqueux, de lécithine et de cérébrine étant repris par l'alcool, cristallise de cette solution, refroidie à 0°, en fines aiguilles soyeuses. Le liquide alcoolique traité par l'éther donne des mamelons cristallins de cérébrine.

La solution salée de vitelline rendue légèrement alcaline par quelques gouttes d'une solution très-étendue d'alcalis ou de carbonates alcalins, se coagule par l'alcool ou par la chaleur de 70° à 74° (*Denis*).

La vitelline ressemble beaucoup à la myosine par ses propriétés générales; elle en diffère par son dédoublement et par ce qu'elle ne peut être reprécipitée de ses solutions par un excès de sel marin.

Autres substances vitelliniques. — Le jaune d'œuf de plusieurs

[1] *Ann. ch. phys.* [3], t. VI, p. 422.

[2] Gobley y a trouvé cependant 1,02 p. 100 de phosphore et 1,17 p. 100 de soufre. [illegible] *de pharm.* [3], t. IX, p. 8.

[3] La lécithine renferme, d'après Diakonow, deux fois plus de phosphore que le [illegible] *Bull. Soc. chim.*, t. X, p. 306.

[4] [illegible] suiet Diakonow, *Jahresb.* 1867, p. 774 et 778, et Hoppe-Seyler, [illegible] 8, p. 360.

autres espèces animales contient des substances qui ont été étudiées par Gobley, Frémy et Valenciennes, Diakonow, etc., et qui paraissent exister dans le vitellus sous forme de granulations et quelquefois même de lamelles d'apparence régulière. Ces principes divers, lorsqu'ils ne sont pas altérés, participent à la fois des propriétés des matières albuminoïdes et des corps gras, et par conséquent paraissent se rapprocher beaucoup de la vitelline de Denis.

Les matières albuminoïdes auxquelles Frémy et Valenciennes[1] ont donné les noms d'*Ichthine* (œuf de raie), *Emydine* (œuf de tortue), sont dans le vitellus à l'état de granulations régulièrement quadrangulaires. On les extrait en lavant ces vitellus avec de l'eau, de l'alcool et de l'éther. Elles restent comme résidu. L'*ichthine* est soluble dans l'acide acétique et l'acide phosphorique. Elle contient 1,9 p. 100 de phosphore, et ce n'est point là un faible argument pour la rapprocher de la vitelline. Du reste ces diverses substances donnent aussi de l'acide glycéro-phosphorique[2] quand on les fait bouillir avec l'eau.

Les ovules d'œuf de carpe contiennent aussi des granules transparents mêlés à des gouttelettes de graisse colorée. Ces granules rectangulaires (*Ichthidine*) se dissolvent dans une petite quantité d'eau, et cette solution précipite quand on l'étend beaucoup. Les flocons d'abord visqueux qui se produisent, deviennent solides et pulvérulents sous l'influence de l'alcool et de l'éther. On a donné à cette nouvelle matière le nom d'*ichthuline*. Elle se dissout dans les acides acétique et phosphorique, ainsi que dans l'acide chlorhydrique sans se colorer en violet. Elle contient du soufre et peut-être du phosphore. On l'a extraite d'œufs de bar, de muge, de turbot, de sole, de saumon.

Toutes ces propriétés rapprochent beaucoup l'ichthidine et l'ichthuline de la vitelline de Denis.

Mais il résulte de plus des recherches des précédents auteurs que les œufs de carpe, d'anguille, entièrement formés, ne contiennent plus trace d'ichthidine; que l'ichthuline disparaît aussi peu à peu, et que lorsqu'ils sont devenus tout à fait transparents, ces œufs sont formés uniquement par une matière fortement albumineuse[3] qui tient en suspension une graisse phosphorée.

[1] *Ann. ch. phys.* [3], t. L, p. 147.
[2] Voir à ce sujet Diakonow. *Bull. soc. chim.*, t. XI, p. 306.
[3] C'est à cette substance que Gobley a donné le nom de *paravitelline*. Les œufs de

L'analogie des œufs des poissons osseux avec ceux de notre espèce donne un très-grand intérêt à ces recherches, quelque incomplètes qu'elles puissent encore être.

Lécithines. Cérébrines. — D'après ce qui a été dit à propos de la vitelline, ces substances, que Gobley a retirées de l'œuf d'oiseau et des œufs de carpe[1] paraissent être, en totalité ou en partie, unies à la matière albuminoïde du vitellus. Dans tous les cas, on les retire de l'extrait visqueux éthéré du jaune d'œuf, par la méthode que nous avons exposée en parlant du tissu nerveux. La lécithine est riche en phosphore ; la cérébrine n'en contient que 0,43 p. 100.

Gobley a trouvé 8,43 de lécithine, et 0,30 de cérébrine dans 100 de jaune d'œuf de poule; 3gr,045 de lécithine, 0gr,205 de cérébrine dans 100 grammes d'œufs de carpe arrivés à maturité.

Graisses. — Elles sont pour le jaune d'œuf de poule ou pour l'œuf de carpe, formées d'oléine et de margarine exemptes de soufre et de phosphore. On peut les préparer soit en traitant par l'éther le jaune desséché à l'étuve, et séparant la matière visqueuse (corps phosphorés précédents), soit, ce qui vaut mieux, en soumettant à une forte pression le jaune d'œuf de poule desséché[2]. L'huile ainsi produite est d'une saveur douce et d'une odeur agréable. Le jaune d'œuf de poule frais contient 21,30 p. 100 de margarine et d'oléine; l'œuf de carpe 2,57 p. 100 seulement. Lecanu a signalé dans ces graisses de la cholestérine ou une substance très-analogue.

Matière amylacée. Sucre. — Le jaune d'œuf de poule et de beaucoup d'animaux contient, outre le glucose, un nombre considérable de granules microscopiques, de structure analogue à celle de l'amidon, mais en général plus petits. Ils ont la propriété de bleuir par l'iode. On peut les distinguer aisément sous le microscope dans le contenu du sac vitellin à l'époque de l'incubation où ce sac s'est complétement séparé de l'intestin ; mais ils existent déjà dans l'œuf encore renfermé dans l'ovaire. Cette substance disparaît à mesure que l'embryon se développe[3]. La matière amylacée peut s'extraire en épuisant le jaune d'œuf par l'éther, trai-

carpe en contiennent 14 p. 100. Elle a la composition de la vitelline. (Voyez *Journ. de pharm.* [3]. t. XVII, p. 405).

[1] *Journ. pharm.* (3), t. XVIII, p. 107.

[2] Gobley. *Journ. de pharm.*, t. IX, p. 12 et t. XVIII, p. 113. Voir aussi sur la matière grasse des œufs de poule et de canne. *Bull. Soc. Chir.*, t. VII, p. 88.

[3] Dareste. *C. rend. Acad. c.*, t. LXIII p. 1142.

tant le résidu par l'eau et précipitant par beaucoup d'acide acétique. Le jaune d'œuf non couvé contient aussi du sucre (*Lehmann*). J'en ai trouvé $0^{gr},181$ par jaune d'œuf moyen.

Matières colorantes. — Le vitellus d'œuf de poule, ainsi que celui des œufs de carpe, contient deux matières colorantes l'une jaune, l'autre rouge; celle-ci est ferrugineuse (Gobley, *loc. cit.*). On les extrait l'une et l'autre du vitellus que l'on épuise par l'éther directement, ou mieux encore après l'avoir additionné de quelques gouttes d'acide acétique pour dissoudre les membranes des cellules du jaune d'œuf; l'extrait éthéré est ensuite saponifié par la soude et repris par l'éther. De ces matières colorantes, la première paraît avoir de l'analogie avec celles de la bile; la seconde, plus difficilement soluble dans l'éther, peut être rapprochée de l'hématoïdine[1]; mais les solutions de ces substances ne donnent au spectroscope ni les raies de l'hémoglobine ni celles de l'hématine. Ces deux matières colorantes, solubles dans l'alcool froid, ne paraissent l'être dans l'éther que grâce à l'huile d'œuf qui les accompagne.

§ 5. — INFLUENCE DU TEMPS ET DE L'INCUBATION SUR LA COMPOSITION DE L'ŒUF.

On a déjà dit à propos des œufs de poissons osseux que pendant la maturation de l'ovule et de l'œuf, les matières albuminoïdes insolubles du vitellus se liquéfient et qu'à leur place apparaît une quantité de graisse plus abondante.

Un œuf de poule non fécondé perd de son poids en se desséchant à travers la coquille. Soumis à l'incubation, il exhale de l'acide carbonique en même temps que de la vapeur d'eau et absorbe de l'oxygène 6 à 7 fois moins activement que les œufs fécondés. Les œufs non fécondés ne se putréfient pas; leur blanc et leur jaune gardent leur consistance habituelle, mais le vitellus se fonce en couleur.

L'œuf fécondé soumis à l'incubation perd au bout de 8 jours 5 p. 100 environ de son poids; au bout de 14 jours, 13 p. 100; il a perdu 16 p, 100 à peu près quand le poulet va naître (*Prout*). Pendant l'incubation, l'œuf non-seulement respire, mais encore il se dessèche à peu près comme un œuf non fécondé placé dans le

[1] Voir aussi à ce sujet Staedeler, *Journ. f. pr. Chem.*, t. C, p. 148.

même milieu, à la même température. De plus, il absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique. Ce phénomène est tout à fait semblable à celui de la respiration pulmonaire : comme chez l'animal vivant à l'air, le poids de l'oxygène fixé par l'œuf soumis à la couvaison est plus considérable que celui de l'oxygène qui se trouve dans l'acide carbonique qu'il exhale, dans le rapport de 100 à 54,9, du neuvième au douzième jour, de 100 à 81, du seizième au dix-neuvième (*Baudrimont et Martin Saint-Ange*). D'ailleurs l'œuf ne saurait vivre sans respirer. Schwann, en plaçant les œufs dans une atmosphère tiède d'azote, observa qu'il ne se forme plus dès lors de sang dans l'*area pellucida* du blastoderme et que l'on ne voit plus apparaître trace d'embryon.

Baumgartner a trouvé qu'en vingt jours, c'est-à-dire en poussant l'expérience presque jusqu'à l'éclosion, les œufs perdaient 26 p. 100 de leur poids, en absorbant 6,29 p. 100 d'oxygène et exhalant 8,412 p. 100 d'acide carbonique et 24,69 p. 100 d'eau.

Prévost et Dumas[1] ont cherché à se rendre compte des variations des matières grasses durant l'incubation. Il semble résulter de leurs travaux que, pendant le développement de l'embryon, le poids de l'extrait éthéré décroît tandis qu'augmente celui des autres substances. Voici quelques-uns de leurs nombres :

	Œuf non soumis. à l'incubation	Œuf après 7 j. d'incubation.	Œuf après 21 j. d'incubation.
Extrait éthéré alcoolique.	10.72	9.32	5.68
Substances autres que les graisses et l'eau. { *Blanc* 8.19 / *Jaune* 8.39 }	16.58	13.94	15.44
Eau.	72.70	76.74	78.88
	100.00	100.00	100.00

Ces résultats ne paraissent pas concorder entièrement avec ceux qu'a publiés J. L. Parkes, en 1867, relatifs, il est vrai, au vitellus seulement. D'après cet auteur, dans le jaune d'œuf, pendant l'incubation, les matières solubles dans l'éther augmentent, les substances albuminoïdes diminuent, le poids total des matériaux solides augmente aussi[2].

[1] *Ann. des sc. nat.*, t. IV, p. 47.

[2] Voir dans le *Bull. Soc. chim.*, t. X, p. 311, les variations subies par les principes du vitellus pendant l'incubation.

Prévost et Morin ont formé le tableau suivant des transformations générales qui se passent dans l'œuf pendant l'incubation. Tous les nombres sont relatifs à 1000 grammes d'œuf :

	ŒUF NON COUVÉ			ŒUF FÉCONDÉ ET COUVÉ				
	Albumen	Jaune	Œuf tout entier	Jaune	Membrane vitelline	Putamen Chorion Amnios	Fœtus	Moyenne du contenu
Matières organiques exemptes de corps gras..	150.90	151.66	301 56	55.10	48.0	4.20	168.7	273.0
Cendres.	8.5	9.0	17.4	1.5	2.05	0.40	18.25	22.2
Phosphates insolubles.	1.3	9.0	10.5	1.45	2.05	0.15	10.59	14.6
Sels solubles.. .	6.8	—	6.8	0.05	0.25	0.25	7.3	7.6

W. Burdach examinant les œufs du *limneus stagnalis* aux divers degrés de leur développement, a trouvé, comme les auteurs précédents, que les graisses augmentent finalement aux dépens des matières albuminoïdes, comme l'indiquent les nombres du tableau suivant relatifs à 100 parties de ces œufs desséchés :

	Premier âge.	Deuxième âge.	Dévélop[t]. complet.
Albuminates.	95.26	95.81	91.82
Graisses.	0.65	0.64	2.18 à 1.55
Matières minérales. . .	4.05	3.55	6 à 6.62

Les matières minérales croissent pendant le développement du germe aux dépens de la coquille de l'œuf qui, d'ailleurs, s'amincit. Une partie du phosphore du phosphate des os qui se forment est pris aux substances albuminoïdes du jaune qui fixe, en effet, l'oxygène pendant le développement du germe. Toutes les matières organiques de l'œuf, les substances grasses exceptées, diminuent pendant l'incubation.

ARTICLE II

MATIÈRE SPERMATIQUE

La matière spermatique est sécrétée par les glandes testiculaires. Elle se mélange, au moment de l'éjaculation, de liquides accessoires fournis par la prostate et par les glandes annexes du canal de l'urèthre.

Le testicule est une glande essentiellement formée par l'agglomération de tubes étroits très-contournés qu'on appelle canaux seminifères ou canalicules spermatiques. Ces tubes viennent tous dans le canal déférent, qui se rend aux vésicules séminales, verser les produits sécrétés par la glande. Les canalicules spermatiques sont formés d'une membrane propre munie d'un épithélium et d'une tunique plus externe de nature fibreuse. Ils contiennent des cellules arrondies de $0^{mm},01$ de diamètre environ, qui renferment chez l'adulte des granulations en partie graisseuses en partie amylacées[1] englobées au sein d'une masse pàle, et un ou plusieurs noyaux qui se transforment peu à peu en spermatozoïdes[2]. Les canaux seminifères serpentent à travers les lacunes d'une charpente molle formée de tissu conjonctif. Toute la glande est elle-même entourée d'un sac séreux (*tunique vaginale*), qui revêt une tunique fibreuse, épaisse, résistante (*tunique albuginée*). Celle ci envoie dans le testicule des cloisons qui le divisent en secteurs coniques dans chacun desquels s'accumulent les ramifications et les anses de plusieurs canaux séminifères.

Tels sont, avec des vaisseaux sanguins, des nerfs et des lymphatiques nombreux, les éléments qui composent la glande qui sécrète le sperme[3]. Occupons-nous maintenant de ce fluide lui-même.

Le sperme. — Au sortir du canal de l'urèthre[4], le sperme n'est pas

[1] DARESTE. *Journ. de pharm. et de chim.* Mai, 1872.

[2] Lallemand, *Ann. sc. nat. Zoologie*, t. XV, p. 30, 257, 262, et Kölliker, *Die Bildung der Saamenfäden in Blæschen*; Neuenburg, 1846.

[3] Berthelot a montré que le tissu testiculaire, parfaitement privé de sucre par lavage à l'eau, contenait un ferment apte à transformer la mannite, et les corps analogues en sucre fermentescible.

[4] D'après *Mantegazza*, un adulte de 80 kilos produit, par chaque coït, de 6 cent. cubes à 0,75 de sperme, suivant la continence à laquelle il s'est soumis.

une liqueur homogène, mais un mélange de diverses parties dont l'une seulement constitue la partie essentielle, la semence mâle proprement dite, c'est celle qui est sécrétée par le tissu testiculaire.

Le sperme, tel qu'il sort des canaux déférents, est un fluide épais, filant, sans odeur, de couleur blanchâtre ou ambrée, à réaction neutre ou à peine alcaline, contenant quelques globules muqueux, des granulations souvent très-brillantes et surtout une énorme quantité de corpuscules filiformes, formés d'une tête et d'une queue douée de vifs mouvements vibratiles. Ces spermatozoïdes donnent à cette liqueur sa consistance et son opacité.

A ce fluide essentiel viennent s'ajouter *le fluide sécrété par les glandes séminales, le liquide prostatique et celui des glandes de Cowper.*

Fluide des vésicules séminales. — Il est riche en albumine, et contient, outre des cellules épithéliales desquamées, de petits coagulums que l'acide acétique redissout.

Fluide prostatique. — Sa sécrétion est très-abondante chez l'homme, surtout au moment de l'éjaculation. On y trouve des granulations, des cellules glandulaires minces avec ou sans noyaux, des épithéliums nageant dans une liqueur neutre contenant 98,5 d'eau p. 100, et 0,5 à 1,1 d'une matière albuminoïde que l'acide acétique coagule, puis redissout. Chez le cheval, ce fluide laisse à l'incinération un peu plus de 1 p. 100 de cendres très-riches en sel marin et mêlées d'une petite quantité de sulfate et de phosphate de potasse et de chaux[1]. La liqueur prostatique est légèrement alcaline.

Humeur des glandes de Cowper. — Cette humeur est peu connue; elle est sécrétée par des vésicules glandulaires revêtues de cellules cylindriques, qui se trouvent dans le canal de l'urèthre.

Le sperme éjaculé. — Le sperme proprement dit est donc un mélange très-complexe. Outre les spermatozoïdes, on y trouve les éléments figurés des glandes accessoires et leurs produits liquides. Toutefois, cette humeur complexe peut seule être plus ou moins aisément recueillie et chimiquement étudiée.

C'est une liqueur non homogène formée d'îlots blancs opaques, nageant au milieu d'un liquide filant et clair d'autant plus abon-

[1] On trouve quelquefois dans la prostrate de l'homme âgé, des calculs de diverses grosseurs. Ils sont formés de *matière amyloïde* (voir IIIe Partie, chap. V) mélangée d'une petite quantité de sels terreux, et surtout de phosphate de chaux.

dant que le sujet est plus affaibli. Son odeur rappelle celle du gluten frais, sa saveur est salée. Il est bien plus dense que l'eau. Peu après avoir été éjaculé, il se prend en une masse gélatineuse, et plus tard se fluidifie de nouveau. L'eau et les acides le dissolvent partiellement; l'alcool le coagule.

L'humeur prostatique communique au sperme son odeur spéciale et son alcalinité légère; la laitance des poissons est neutre (*Fourcroy; Gobley*).

La liqueur dans laquelle nagent les spermatozoïdes est presque transparente et contient diverses matières albuminoïdes, du mucus, peut-être de la cérébrine, de la lécithine et des ferments spéciaux, enfin des substances minérales, surtout du sel marin et des phosphates. Elle ne se coagule pas par la chaleur.

Nous allons dire un mot de ces diverses substances.

Les matières albuminoïdes du sperme sont la spermatine et la mucine.

La substance spéciale à laquelle on a donné le nom de *spermatine* est soluble dans l'eau, coagulable par l'alcool mais non par la chaleur, précipitable par l'acide acétique et soluble dans un excès, précipitable de sa solution acétique par le ferro-cyanure de potassium. Quand on l'a desséchée, elle devient insoluble dans l'eau qui la gonfle seulement, mais elle se dissout dans les alcalis dilués et l'acide nitrique faible; les solutions concentrées de carbonates alcalins la reprécipitent[1].

La *mucine* paraît exister dans le sperme total; mais on n'en a pas donné de preuves suffisantes.

Lorsqu'on évapore lentement du sperme, il s'y dépose des prismes à quatre pans, avec des faces terminales rhomboédriques, ou de longues pyramides doubles clinorhombiques à quatre faces. Ces cristaux apparaissent dans le sperme 4 heures après son émission. 24 heures après il ne s'en précipite plus que par évaporation. On peut en obtenir de semblables en desséchant du blanc d'œuf. A. Böttcher[2] pense que ce sont des albuminates cristallisés. Robin, qui a le premier signalé ces cristaux, admit qu'ils étaient formés de phosphate de magnésie. Il nous paraît plus vraisemblable de penser

[1] Lehmann (*Phys. Chem.*, p. 302) pense que cette substance est de la caséine Frerichs admet que c'est de la mucine. Cette dernière opinion est évidemment une erreur, car la mucine n'est pas soluble dans l'acide acétique.

[2] Virchow's *Arch*, t. XXXII, p. 525.

qu'ils ne sont autres qu'une combinaison de matière albuminoïde avec un phosphate de soude ou de magnésie. En effet, ils sont solubles dans l'eau froide, ils se ratatinent dans l'eau bouillante et se gonflent ensuite dans l'acide acétique. Ils se dissolvent à froid dans la potasse, la soude, l'ammoniaque, l'acide nitrique. Ils donnent, sous l'influence du réactif de Millon, la coloration rosée des matières albuminoïdes. Le nitrate d'argent, l'acétate de plomb, l'acide tannique les rendent opaques. Ils sont riches en cendres phosphatées.

La cérébrine, *le protagon*, *la lécithine* que l'on a retrouvés dans l'extrait alcoolique et éthéré du sperme des mammifères et des poissons (*Fourcroy*, *Vauquelin*, *Gobley*), ont été observés aussi dans le spermatozoïde même et en proviennent peut-être. On en reparlera tout à l'heure.

Spermatozoïdes. — Ces éléments sont caractérisques du sperme fécondant : la liqueur spermatique filtrée n'a aucun effet sur l'ovule d'après Coste, et tout sperme exempt de spermatozoïdes est infécond. Les spermatozoïdes se forment chez l'homme adulte, ou chez les animaux au moment du rut, dans les cellules granuleuses, à noyaux souvent multiples, des canalicules spermatiques qui se rompent pour donner issue aux spermatozoïdes lorsqu'ils sont formés [1]. Suivant Kölliker, le noyau donnerait la tête du spermatozoïde ; la portion moyenne et la queue seraient, d'après *de la Valette*, un dérivé du protoplasma de la cellule contractile. On n'a pas découvert d'organisation bien nette chez les spermatozoïdes, si ce n'est que ses diverses parties présentent une enveloppe et une masse intérieure qui, dans la queue tout au moins, est formée de matière contractile.

Les spermatozoïdes sont doués d'un mouvement de progression dû aux ondulations de leur appendice caudal. Ces mouvements sont entretenus par les solutions aqueuses, faiblement concentrées, de corps neutres (sels neutres alcalins et terreux, urée, sucre, glycérine de 1 à 10 p. 100). Ces mêmes solutions plus étendues ou très-concentrées s'opposent à ces mouvements.

Le sérum sanguin, l'albumine d'œuf, la liqueur des glandes annexes du canal de l'urèthre et du vagin, entretiennent fort longtemps, surtout à 36 ou 40°, les mouvements des spermatozoïdes.

[1] E. Godard, *Études sur la monorchidie et la cryptorchidie chez l'homme.* Paris, 1857, p. 57.

En général il en est de même des solutions très-étendues d'alcalis ou de leurs carbonates qui font quelque temps reparaître les mouvements éteints, comme il arrive également pour les cils vibratiles ordinaires. Les spermatozoïdes d'un sperme maintenu à 0° pendant tout un jour peuvent encore reprendre leurs mouvements quand on les réchauffe (*Mantegazza*).

Les liquides acides arrêtent immédiatement les mouvements du spermatozoïde. Il en est de même des solutions fortement alcalines et surtout ammoniacales, des sels métalliques, de l'éther, de l'alcool, du chloroforme, de l'essence de menthe, de l'urine même alcaline, et des mucosités du vagin et du col de l'utérus. Le curare, le café, la cocca, la morphine paraissent sans action sur eux.

Les spermatozoïdes sont en partie formés de matières albuminoïdes probablement très-analogues à la vitelline du jaune d'œuf. Traités par la potasse, lavés et filtrés, ils lui cèdent une matière protéique soluble que les acides reprécipitent. Ils ne contiennent pas de mucine. Ils paraissent, si l'on en juge du moins par ce que nous savons de la matière séminale des divers poissons, (voir plus bas), contenir une quantité notable de protagon, de lécithine et de cérébrine. Si, après l'avoir desséché, l'on reprend le sperme de mammifère par un mélange d'alcool et d'éther, on obtient environ 4 p. 100 d'un corps jaunâtre d'aspect gras, qui par l'incinération, laisse beaucoup d'acide phosphorique libre. Les spermatozoïdes donnent lorsqu'on les calcine 5,21 de cendres formées surtout de phosphates.

Les filaments spermatiques résistent puissamment aux réactifs. Les solutions, même concentrées, de carbonate de soude, d'acide sulfurique, nitrique, acétique, ne les dissolvent pas complétement. Ils échappent aussi à la putréfaction, et peuvent se reconnaître dans les taches de sperme, reprises par de l'eau salée à 1 ou 2 pour 100, plusieurs mois après qu'elles ont été abandonnés à l'air.

Analyses du sperme. — Les analyses faites sur le sperme total sont si incomplètes qu'elles ne présentent que bien peu d'intérêt. Vauquelin a trouvé pour le sperme humain, et Kölliker pour celui de taureau et de cheval :

	Homme.	Cheval.	Taureau.
Eau	90	81.94	82.06
Matières albuminoïdes et extractives	6	16.45	15.30
Graisses		—	2.16
Matières minérales	4	1.61	2.637

75 p. 100 des cendres du sperme sont formées de phosphate de chaux (*Vauquelin.*)

Mais si nous ne possédons pas d'analyse immédiate suffisante du sperme des mammifères, au moins pouvons nous consulter avec fruit le beau travail de Gobley sur la laitance des poissons osseux, et spécialement sur celle de carpe[1]. De ces expériences il résulte que la laitance des poissons renferme *les mêmes éléments que le jaune de l'œuf de poule et que les œufs de poissons osseux, et qu'elle présente une très-grande analogie de propriétés et de composition avec la substance du cerveau*; qu'elle renferme une matière albumineuse sufurée, soluble dans l'eau, coagulable à 70°, ainsi qu'une autre substance de nature analogue, mais insoluble (*ancienne vitelline?*); que les matières extraites par l'alcool et l'éther sont un mélange de cérébrine, lécithine, (*protagon?*), oléine et margarine, cholestérine, ainsi que d'une ou plusieurs substances colorantes et odorantes. Voici du reste, d'après Gobley, l'analyse de la liqueur séminale de carpe :

ANALYSE CENTÉSIMALE DE LA LAITANCE DE CARPE.

Eau.	74.805
Albumines, matières analogues, membranes.	20.242
Lécithine.	1.013
Cérébrine.	0.210
Cholestérine.	0.160
Oléine et margarine.	2.120
Matières extractives.	0.360
Sel ammoniac.	0.048
Chlorures alcalins.	0.380
Sulfates alcalins.	0.140
Phosphates de chaux et de magnésie.	0.522
	100.000

[1] *Journ. de pharm.* [3], t. XIX, p. 406.

CHAPITRE III

DU LAIT

Le lait, sécrété par les glandes mammaires des mammifères et destiné à nourrir leurs petits, est une solution aqueuse de caséine, de lactine et de sels minéraux, tenant en suspension une multitude de petits globules graisseux.

Le lait, comme le sang et l'urine, est un des liquides qui ont été le mieux étudiés ; toutefois à cause de la difficulté spéciale que l'on a de se procurer facilement du lait de femme, celui des animaux domestiques est en général mieux connu. Aussi, pour en faire une étude un peu complète, rapprocherons-nous souvent dans cet article le lait de divers mammifères de celui de notre espèce, tout en nous étendant plus spécialement sur ce dernier, et notant particulièrement pour lui les diverses modifications que lui impriment la grossesse, la menstruation, l'alimentation, etc.

ARTICLE PREMIER

CARACTÈRES GÉNÉRAUX ET COMPOSITION DU LAIT

§ 1. — CARACTÈRES PHYSIQUES.

Caractères extérieurs. — Le lait se présente en général sous la forme d'un liquide blanc, plus ou moins opaque, de consistance un peu crémeuse, de saveur douceâtre, d'odeur fade rappelant celle de l'animal qui l'a sécrété ; il peut prendre quelquefois une teinte un peu bleuâtre, jaunâtre ou même verdâtre. Son opacité est due aux globules de beurre qu'il tient en suspension, ainsi qu'à une faible quantité de matière caséeuse insoluble.

Soumis à la chaleur, le lait entre en ébullition, se boursoufle, foisonne et sort du vase. Ce phénomène paraît dû à la pellicule de matière azotée qui tend à se renouveller sans cesse à la sur-

face du lait chaud aux dépens de sa caséine. Celle-ci se transforme en effet à l'air en substance insoluble.

La *densité* du lait est variable comme sa composition. Pour le lait de femme le poids de 1 litre à 15° est de :

1028 à 1034gr. . . .	d'après	*Simon.*
1030 à 1034gr. . . .	—	*Lehmann.*
1028 à 1032gr. . . .	—	*Filhol et Joly.*
1032gr.	—	*Quevenne.*
1020 à 1025gr. . . .	—	*Chevalier et Henry.*
1032gr.	—	*Becquerel et Vernois.*

Quant au lait des autres espèces le tableau suivant indique le poids du litre :

DENSITÉ DU LAIT DES MAMMIFÈRES DOMESTIQUES.

AUTEURS.	VACHE.	CHÈVRE.	BREBIS.	ANESSE.	JUMENT.	CHIENNE.
Filhol et Joly. .	1032	1030	1037	1029	1028 à 1032	1040
Brisson.	1032	1034	1040	1035	1034	»
Quevenne. . . .	1020 à 1034	»	»	1032 à 1035	»	»
Schübler, . . .	1029 à 1034	»	»	»	»	»
Simon.	1034	»	»	»	»	1034

La plupart de ces densités sont déduites de la moyenne d'un très-grand nombre d'expériences.

La *couleur* du lait varie du blanc pur au blanc jaunâtre et au blanc bleuâtre. Une teinte bleue plus foncée provient dans quelques cas de l'alimentation. Ainsi le *sainfoin*, l'*equisetum arvense*, l'*anchusa officinalis* communiquent cette couleur au lait quand on l'*expose à l'air*. Cette légère teinte ne paraît pas, du reste, altérer sa qualité. (Voir IIIe Partie.)

D'après Hermstaed la substance du lait bleu serait très-analogue à l'indigo. Suivant Fuchs, on trouve souvent aussi dans le lait bleu le *vibrio xanthogenus* et le *vibrio cyanogenus*, et d'après Bailleul une sorte de *Byssus*.

La garance, le safran, le *gallium rubioïdes* donnent au lait une teinte rouge.

Caractères microscopiques. — Leeuwenhoek fut le premier qui, examinant le lait au microscope, reconnut qu'il était formé d'un liquide transparent tenant en suspension de petits globules

butyreux. Leur diamètre variable de 1/100 à 1/500 et même 1/1000 de millimètre, lui fit penser qu'ils n'étaient pas tous de nature identique. Ces globules sont diaphanes, lisses à la surface, ils glissent les uns sur les autres. Dumas, Henle, Raspail, Lehmann, ont prétendu qu'ils étaient enveloppés d'une fine membrane caséeuse; cette assertion a été mise en doute (voir plus loin).

Raspail[1] a le premier supposé, et Millon et Commaille paraissent avoir démontré, qu'à côté des globules butyreux, on trouve dans le lait de fines granulations d'une matière albuminoïde insoluble. Les globules de graisse et les granulations en suspension dans le lait sont cause de son opacité qui augmente avec leur nombre et leur état de division.

§ 2. — CARACTÈRES CHIMIQUES ET COMPOSITION DU LAIT.

Abandonné au repos, à la température de 8° à 15°, le lait se sépare en deux couches : les globules butyreux moins denses que la liqueur où ils sont suspendus montent à sa surface et forment la *crème;* le liquide inférieur contient le sucre, le caséum, les matières extractives et minérales, et une petite quantité de globules gras qui donnent en général au liquide une teinte blanc-bleuâtre.

La réaction du lait est le plus souvent alcaline. Celui de femme surtout offre ce caractère d'une façon remarquable. Cette propriété tient principalement aux phosphates et à une trace de carbonates alcalins que le lait dissout. Celui de vache et celui d'ânesse peuvent toutefois présenter une réaction un peu acide, quand l'animal a été complétement privé d'exercice (*Quevenne, Darcet et Petit, Peligot*). Le lait des carnivores serait toujours acide. Quelle que soit son origine, le lait prend une réaction acide quelque temps après la traite. Cette acidité va en augmentant, surtout sous certaines influences, telles que l'élévation de température ou la tension électrique de l'atmosphère. Il se fait alors dans le lait de l'acide lactique aux dépens de son sucre spécial, *la lactose;* le lait subit dès lors la coagulation spontanée, c'est-à-dire que la caséine passe à l'état insoluble et englobe dans le gâteau qu'elle forme la

[1] *Chimie organique*, p. 315.

majeure partie des globules butyreux. Dans les laits très-riches en sucre, tels que ceux de jument, d'ânesse, la lactine peut, sous l'influence de l'agitation, subir la fermentation alcoolique. C'est ainsi que les Tartares et les habitants du Caucase fabriquent leur *koumis*.

Le lait ne se coagule pas par l'action de la chaleur. Quand on le chauffe, il se forme à sa surface et sous l'influence de l'air, une pellicule qui va sans cesse en augmentant et paraît être une combinaison de caséine modifiée, avec certains sels minéraux du lait. Seuls les *colostrum*, le lait de truie, quelquefois celui de chienne, et les laits des carnivores se coagulent quand on les chauffe.

Les acides minéraux solubles et beaucoup d'acides organiques coagulent le lait en faisant passer la caséine à l'état de grumeaux insolubles. Il suffit de quelques gouttes d'acide acétique ou lactique pour coaguler le lait, surtout à la température de 80 à 100°.

Le tannin, l'alcool, la gomme, le sucre, les solutions des sels des divers métaux lourds, et même des sels neutres à bases alcalines ou terreuses, coagulent aussi plus ou moins complétement le lait.

Les fleurs d'artichauts et des divers *carduus* caillent le lait à la température de 30 à 50°.

Il est une autre matière, *la présure*, qui agit sur le lait d'une façon très-remarquable en ce qu'elle ne coagule qu'une partie de la matière caséeuse, qu'elle n'agit plus au delà de 70°, et qu'elle peut cailler le lait sans que celui-ci perde sa réaction alcaline.

La présure est le liquide sécrété par le quatrième estomac du veau. On l'obtient soit en raclant la caillette, soit en la faisant macérer dans de l'eau pure ou mieux légèrement alcoolisée. Une partie de présure bien préparée peut coaguler 30000 parties de lait. C'est avec elle, ou avec le liquide provenant de la macération plus active encore de testicule de jeune veau non sevré, que l'on prépare les fromages qui ne sont autre chose que le caillé cuit ou non cuit, frais ou fermenté, que l'on obtient comme il vient d'être dit avec les divers laits, écrémés ou non privés de beurre. Deyeux et Parmentier ont remarqué que la présure coagule le lait que l'on maintient légèrement alcalin[1]; Selmi et Heintz ont confirmé cette observation[2]. Mais, dans aucun cas, la présure ne détermine

[1] *Journal de physique*, t. XXXVII.
[2] *Journ. de Pharm.* [3], t. IX, p. 265 et *Lehrb d. Zoochemie*, p. 687.

la coagulation complète de la matière albuminoïde du lait. Schübler, Quevenne, Doyère, Girardin, Filhol et Joly, ont tous observé ce fait qui paraît n'avoir lieu qu'avec la présure et peut-être avec les fleurs d'artichaut. Suivant Filhol et Joly[1], la présure dédoublerait la caséine en deux substances, en caséum insoluble et en une partie soluble qui serait le *serai* de divers auteurs. Suivant Doyère, E. Marchand, Millon, Hoppe-Seyler et quelques autres, le lait contiendrait toujours normalement une petite quantité d'albumine qui échappe à la coagulation par la présure.

Simon a montré que l'estomac de chaque mammifère est plus propre qu'aucun autre à coaguler le lait de son espèce. Filhol et Joly ont confirmé cette remarque importante au point de vue de la digestion des divers laits.

Le lait exposé à l'air absorbe en 3 jours, plus que son volume d'oxygène. Suivant F. Hoppe, une partie de la caséine se changerait ainsi en beurre. Peu à peu le lait laissé au repos s'acidifie en donnant de l'acide lactique. Mais la production de cet acide s'arrête bientôt, à moins qu'on ne sature sans cesse le lait. Au contraire, si l'on agite souvent la liqueur à l'air on y développe la fermentation alcoolique ou même la fermentation butyrique avec dégagement d'hydrogène et de produits putrides.

Les matériaux qui entrent dans la composition du lait sont : l'eau, la caséine et peut-être l'albumine, la lactoprotéine, le sucre de lait, le beurre, les sels minéraux, les gaz, et quelques autres corps de moindre importance accessoires ou accidentels, tels que la cholestérine, l'urée, la lécithine, etc.

Voici, du reste, le tableau de la composition de 100 parties de lait de femme, de vache et d'ânesse. Ce sont des moyennes qui résultent d'un très-grand nombre d'expériences faites par les auteurs les plus recommandables :

	Lait de femme.	Lait de vache.	Lait d'ânesse.
Caséine.	1.90	3.60	1.70
Lactoprotéine. . . .	0.27	0.32	0.33
Beurre.	4.50	4 05	1.55
Sucre lait.	5.50	5.50	5.80
Sels..	0.18	0.40	0.50
	12.15	13.87	9.88

[1] Recherches sur le lait. *Mémoires des savants étrangers. Acad. roy. de Belgique*, t. III, p. 108 et 109. Nous aurons plusieurs fois l'occasion de citer le beau mémoire des deux savants de Toulouse, auquel nous avons emprunté de précieux documents.

Voyons maintenant quelles sont les variations principales de chacun de ces principes dans les différents laits.

Eau et parties fixes. — 100 parties de lait frais contiennent d'après un grand nombre de déterminations résultant des recherches de divers auteurs :

	Eau.	Parties fixes. Moyennes.
Lait de femme. . . .	87.7	12.3
— vache. . . .	86.5	13.5
— ânesse. . . .	90.7	9.3
— jument. . . .	89.0	11.0
— chèvre. . . .	87.6	12.4
— brebis. . . .	82.0	18.0
— chienne. . .	73.7	26.3
— truie. . . .	79.5	20.5

Caséine. — Suivant Millon et Commaille, la caséine existerait dans le lait à l'état soluble, mais aussi, en petite quantité, sous forme insoluble. Cette dernière portion serait en combinaison saline, comme dans la pellicule qui se forme sur le lait par l'ébullition.

Pour obtenir la caséine soluble, on évapore le lait dans le vide, on l'épuise par de l'éther légèrement alcoolisé pour enlever le beurre, puis par de l'eau pour enlever la lactine, la caséine soluble et les sels minéraux. On filtre cette dernière solution, on l'aditionne d'alcool qui précipite en partie la lactine, puis on soumet la liqueur à la dialyse et on l'évapore enfin dans le vide. La caséine ainsi obtenue est toujours mélangée aux autres substances protéiques solubles qui peuvent exister dans le lait primitif.

On peut encore séparer la caséine à l'état soluble en traitant du lait à 30° par un excès de sulfate de magnésie (*Denis*). Le précipité est lavé à l'éther, puis à l'eau chargée du même sel, enfin redissous dans l'eau et dialysé tant qu'il passe du sel magnésien.

La caséine insoluble s'obtient en ajoutant au lait écrémé un peu d'acide acétique, filtrant, lavant le caillot à l'eau et à l'alcool, enfin à l'éther pour enlever quelques sels et les corps gras.

L'identité de la caséine soluble et de l'albuminate de soude admise d'abord par Bouchardat, puis par Lieberkhün, et aujourd'hui par presque tous les auteurs allemands, ne me semble pas démontrée. Il suffit, en effet, de saturer exactement toute la

soude de l'albuminate fait avec l'albumine d'œuf pour que sa matière protéique devienne complétement insoluble ; au contraire, la caséine soluble peut exister dans une liqueur très-légèrement acide[1]. Enfin la caséine précipitée, redissoute dans la potasse, jouit d'un pouvoir rotatoire de — 91° pour le rayon jaune moyen, redissoute dans l'acide chlorhydrique très-faible, elle dévie le plan de polarisation de — 87°. L'albumine coagulée, traitée par la potasse, dévie le même rayon de — 58°,5 et dissoute dans l'acide chlorhydrique de — 78°,7. Du reste, la coagulation de la caséine par la présure ne saurait être attribuée à la saturation de la soude de ce prétendu albuminate par l'acide lactique qui se forme, car cette coagulation peut avoir lieu au sein d'une liqueur encore alcaline, dans laquelle l'acide lactique, s'il venait à se produire, serait immédiatement saturé[2].

Si, comme l'ont fait MM. Filhol et Joly, l'on prend du sérum du lait imparfaitement privé de caséine par l'addition d'une trop faible quantité d'acide acétique, qu'on filtre et qu'on sature ce sérum acide par un peu d'ammoniaque on détermine la formation de nombreux flocons blancs caséeux. Or ni l'albumine, ni l'albuminate de soude ne précipitent l'acétate d'ammoniaque ou l'ammoniaque en très-faible quantité.

Les autres propriétés de la caséine sont les suivantes : elle s'unit aux bases et peut donner avec elles par double décomposition des précipités insolubles. Agitée avec de la magnésie, la caséine s'y combine peu à peu ; si l'on filtre, l'alcool précipite de la liqueur un *caséinate* : Caséine + MgO + H^2O (*Millon* et *Commaille*). Ce composé forme, avec l'oxyde de cuivre hydraté, un précipité rougeâtre.

La caséine paraît aussi s'unir aux acides. Elle est insoluble dans les sels alcalins à réaction neutre.

D'après Gorup-Besanèz, par une action ménagée de l'ozone, on transforme la caséine en un corps coagulable par la chaleur et que l'acide acétique ne précipite plus[3].

Le *serai* de Shübler et de Zeiger ne me semble être (sauf le cas de la présence de l'albumine dans le lait) que de la caséine incom-

[1] On a dit, il est vrai. que cette différence tiendrait à la présence des sels alcalins et spécialement des phosphatés du lait et qu'il en est de même de l'albuminate additionné des même sels.

[2] Voir aussi à ce sujet, Soxhlett en *Bull. Soc. chim.* t. XX, p. 415.

[3] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CX, p. 86 à 107.

plétement précipitée par l'addition, à froid, d'une trop faible quantité d'acide acétique.

D'après un grand nombre d'expériences, 100 parties de lait de femme contiennent en moyenne 1,9 de caséine; celui d'ânesse, 1,7; celui de jument, 2,7; celui de vache, 3,6 p. 100 (Voir plus loin les tableaux).

Albumine. — Doyère, Millon et Commaille, ainsi qu'un très-grand nombre d'auteurs allemands, admettent que l'albumine existe dans le lait normal. Suivant Filhol, si l'on filtre sur du fort papier double du lait de vache, de chèvre ou de femme, de façon à arrêter tous les globules butyreux, on n'observera pas sous le microscope trace de coagulation dans ce sérum porté à l'ébullition. D'après d'autres auteurs, si on laisse transsuder le lait à travers une membrane animale, la liqueur ainsi obtenue donne un coagulum à 70°. La caséine s'en précipite ensuite par l'acide acétique. Le lait que l'on ne trait pas de longtemps, le lait des vaches privées de leurs ovaires (*E. Marchand*), le lait de chienne dans certains cas, peuvent donner de l'albumine. Le lait de truie la contient à l'exclusion de la caséine ; enfin, le colostrum est d'autant plus riche en albumine que la parturition est plus récente.

Lactoprotéine. — Cette substance protéique qui ne précipite ni par l'ébullition, ni par les acides, ni par le bichlorure de mercure, mais seulement par le nitrate acide de mercure azoteux, a été signalée dans le lait par Millon et Commaille. Mais le nitrate mercuriel en question jouissant de la propriété de précipiter toutes les matières albuminoïdes connues, la lactoprotéine ne se trouve plus définie que par des caractères négatifs, qui me paraissent insuffisants. J'ai rencontré moi-même, dans le blanc d'œuf, une substance ayant les propriétés de la lactoprotéine.

Beurre. — Le beurre se trouve dans le lait divisé en globules très-petits qui paraissent contenus dans de très-fines vésicules de nature albuminoïde. En effet l'agitation prolongée et répétée du lait avec l'éther ne parvient pas à l'épuiser de beurre. On enlève au contraire aisément cette dernière substance si l'on a eu le soin, avant l'agitation, d'ajouter au lait quelques gouttes de potasse, de soude ou de carbonates alcalins. Henle a du reste remarqué que l'addition d'acide acétique au lait produit une sorte de ratatinement à la surface des globules butyreux, ratatinement qu'il attribue à l'al-

tération de leur membrane enveloppante, et Moleschott dit que quand après avoir ajouté au lait de l'alcool en excès, de façon à précipiter le beurre et la caséine, si l'on vient à traiter successivement ce coagulum par de l'acide acétique étendu pour enlever la caséine, le sucre et les sels, puis par l'éther pour dissoudre les graisses, il reste sous le champ du microscope une foule de petites vésicules vides, qui sont les enveloppes des globules butyreux.

La composition des matières grasses du lait varie un peu pour chaque espèce animale. Le beurre du lait de vache a été le mieux étudié. Suivant Chevreul, il contient 30 p. 100 d'oléine 68 p. 100 de margarine, 2 p. 100 de butyrine et une petite quantité de stéarine, caproïne, caprine, etc. Suivant Heintz[1], il renferme de l'oléine, beaucoup de palmitine, beaucoup moins de stéarine, ainsi qu'un peu de myristine et de butine.

Le beurre est l'élément le plus variable du lait. En calculant les moyennes d'après un très-grand nombre d'analyses, nous pouvons dire que 100 parties de lait de femme contiennent environ 4,50 de beurre pour 100, le lait de vache 4,05, et le lait d'ânesse 1,55 Playfair a montré que chez la vache en lactation la matière grasse produite est très-souvent supérieure à celle que lui fournit l'alimentation et qu'elle ne peut par conséquent pas en provenir tout entière.

Sucre de lait. — La lactose $C^{12}H^{22}O^{11}$ varie beaucoup dans le lait, moins toutefois que le beurre lui-même. En moyenne, le lait de femme en contient 5,30 p. 100; celui de vache, 5,50 celui d'ânesse, 5,80; celui de brebis, 4,20; celui de jument 5,50 p. 100.

Sels et cendres. — 100 parties de lait laissent, en moyenne par la calcination, les quantités suivantes de cendres formées à peu près en partie égale de sels solubles et insolubles :

Lait de femme. . .	de 0gr.16 à 0.45
— vache . . .	de 0gr.30 à 0.90
— ânesse.	0gr.50
— chèvre.	0gr.56
— brebis.	0gr.70

[1] *Pogg. Ann.* t. XC, p 137.

Voici quelques analyses des cendres de 1000 grammes de lait :

	Femme.	Vache.	Vache.	Vache.	Femme.
Chlorure de sodium.	»	»	0.458	0.81	1.35
— de potassium. . . .	0.70	1.350	0.994	3.41	0.41
Phosphate de chaux.	2.50	1.805	3.458	3.87	3.95
— de soude.	0.40	0.225	»	»	traces
— de magnésie. . .	0.50	0.170	0.657	0.87	0.27
— de fer.	0.01	0.032	0.248	traces	traces
Carbonate de soude.	»	»	0.671	»	»
Soude (du lactate).	0.30	0.115	»	»	»
Sulfate et silicate de potasse.	»	»	0.791	»	»
Fluorure de calcium. . . .	»	»	»	traces	traces
	4.41	3.697	7.280	8.96	5.98
AUTEURS.	*Schwentz.*	*Pfaff et Schwartz.*	*Marchand.*	*Filhol et Joly.*	

Vernois et Becquerel donnent des sels du lait de femme la composition suivante rapportée à 100 parties de matières minérales :

Partie insoluble dans l'eau et soluble dans les acides.	77.5	Carbonate de chaux. . .	6.9
		Phosphate de chaux avec traces d'autres sels. .	70.6
			77.5
Partie soluble dans l'eau.	22.5	Chlorure de sodium. . .	9.8
		Sulfate de soude. . . .	7.4
	100.0	Autres sels.	5.3
			22.5

Autres matériaux du lait. — Les acides butyrique, lactique, le fluor et l'acide silicique, ont été signalés encore dans le lait. Reess et Picard y ont rencontré de l'urée; Marchand, de l'hématine; Millon et Commaille, des parfums particuliers solubles dans le sulfure de carbone. Tolmatscheff a dosé dans le lait de femme de 0,025 à 0,038 p. 100 de cholestérine, et de 0,146 à 0,068 de lécithine, Bistrow a trouvé, en moyenne, 0gr,1 de fer dans 1000 grammes de lait de chèvre; il en existe à peu près autant dans celui de femme; M. Béchamp y a signalé l'alcool [1].

On extrait enfin du lait, par la pompe à mercure, 5 volumes

[1] *Compt. Rend.*, t. LXXXI, p. 836.

environ de gaz pour 100 vol. de lait. Hoppe a trouvé que ces gaz avaient la composition centésimale suivante :

CO^2....	55.15
Az....	40.56
O.....	4.29
	100.00

ARTICLE II

INFLUENCES MODIFICATRICES DU LAIT

Alimentation et régime. — Une femme qui allaite, du troisième au sixième mois qui suit la parturition, ne sécrète pas moins de 1000 à 1200 grammes de lait par jour. Mais cette quantité peut varier beaucoup. Elle augmente quand la soif est vive et le régime très-substantiel. D'après Simon et Doyère, une nourriture abondante élève beaucoup la quantité centésimale de beurre, tandis que le sucre et la caséine restent à peu près constants. Filhol et Joly ont confirmé cette observation. Une nourrice soumise à un régime insuffisant retire quelque temps de sa propre substance la matière protéique nécessaire à la constitution du lait qu'elle sécrète; mais au bout de peu de jours cette quantité diminue, le beurre tombe bien au-dessous du poids normal, tandis que le sucre et les sels restent à peu près constants.

Suivant Boussingault et Lebel, dont les expériences portaient sur les vaches, la nature de l'alimentation, *pourvu que l'équivalent nutritif reste constant*, influencerait très-peu la quantité et la qualité du lait sécrété. Mais telle n'est pas l'opinion de tous les auteurs. Une alimentation médiocre diminuerait, d'après Becquerel et Vernois, le poids des parties solides du lait, diminution qui porterait principalement sur le beurre et le caséum, tandis que le sucre resterait normal et que les sels minéraux augmenteraient sensiblement. Chez la chienne, l'alimentation animale fait croître la proportion de caséine, l'alimentation végétale la diminue. Des expériences de Playfair il résulte que les aliments riches en azote augmentent beaucoup la quantité de lait et sa richesse en corps gras.

Suivant Dancel, la quantité d'eau ingérée sous forme de boissons influe fortement sur celle du lait sécrété[1]. On sait aussi que l'herbe fraîche, toujours très-aqueuse, peut augmenter, souvent de un tiers et plus, la quantité de lait fournie par la vache. Le sel marin paraît aussi exciter cette sécrétion.

La production du lait diminue à la suite de tout changement notable dans l'alimentation et reprend quelques jours après son cours habituel.

Une alimentation exclusivement animale fait apparaître l'albumine dans le lait et diminuer ou disparaître la caséine. Cette expérience peut être facilement répétée sur la chienne.

La couleur, la saveur, l'odeur du lait, se modifient sous l'influence de certains principes alimentaires. Le chou, et toutes les crucifères, lui communiquent leur saveur; les marrons d'Inde, les feuilles de châtaignier, la paille d'orge, le rendent amer; l'ail, l'oignon, les labiées, lui impriment leur odeur spéciale; la garance le colore en rouge. Toutes ces observations montrent combien la sécrétion lactée est en rapport direct avec la production du chyme, qui semble, aussitôt fait, s'écouler par les glandes mammaires, après avoir été légèrement modifiée par elles.

Repos et fatigue. — Le lait sécrété pendant le repos s'enrichit en beurre, et augmente de quantité. Lyon Playfair l'a noté sur une femme très-substantiellement nourrie, qui tantôt développait beaucoup d'activité, et tantôt séjournait au lit. L'exercice appauvrit le lait en beurre, mais fait croître la caséine. Le lait du matin est plus butyreux que celui du soir; les vaches nourries à l'étable fournissent aussi plus de beurre et de lait que celles qui paissent librement.

Traites successives. — Pour un même sujet, le beurre augmente dans le lait à mesure que l'on prolonge la traite. Parmentier et Deyeux, Peligot, Filhol et Joly, ont établi ce fait avec toute évidence. Un lait qui contenait en moyenne 3,6 p. 100 de corps gras, donnait à ces derniers auteurs les nombres de 0,9; 1,4; 2,8; 6,6; 7,2 p. 100 de beurre pour les diverses fractions successives d'une même traite prolongée. Plusieurs des principes du lait, entre autres la caséine, varient en même temps que le beurre. Péligot[2] a trouvé pour l'ânesse les nombres suivants :

[1] *Compt. rend. Acad. sc.*, t. LXI, p. 243 et t. LXIII, p. 475.
[2] *Ann. chim. phys.*, 1836, t. LXII, p. 437.

	Commencement.	Milieu.	Fin de la traite.
Beurre.	0.96	1.02	1.52
Sucre de lait. . . .	6.50	6.48	6.45
Caséine.	1.76	1.95	2.95
Matières solides. . .	9.22	10.45	10.94
Eau.	90.78	89.55	89.66

Le lait qui séjourne longtemps dans la mamelle est en général plus chargé de principes fixes. Le lait des deux seins d'une même femme peut du reste présenter de très-notables différences.

Le lait qui est resté dans les mamelles, sans qu'on ait au préalable exercé l'action de traire, contient de l'albumine. Celui d'une femme accouchée depuis dix mois, mais ne nourrissant pas, a donné à Filhol et Joly 12^{gr},96 p. 100 d'albumine, le premier jour, et 9 grammes p. 100 huit jours après. Celui d'une chienne vierge contenait 32^{gr},2 d'albumine p. 100, et pas de caséine.

Quantité de lait. — En général, un lait abondant est riche en matières nutritives; si, au contraire, la quantité sécrétée est relativement faible, le lait fourni sera pauvre en résidu fixe. Son beurre pourra être normal ou même augmenté, mais il manquera de sucre, de caséine et de sels.

Menstruation. — La menstruation qui revient chez les nourrices pendant qu'elles allaitent altère-t-elle la qualité de leur lait? Oui, pendant le temps de l'écoulement des règles; non, entre les époques, si la menstruation se fait régulièrement et n'est pas accompagnée de trouble nerveux ni assez abondante pour affaiblir la santé générale. Les analyses suivantes sont dues à Becquerel et Vernois:

	Nourrices hors du temps de la menstruation. (*Moyenne de 10 cas.*)	Nourrices pendant la menstruation. (*Moyenne de 3 cas.*)
Eau.	88.95	88.14
Caséine.	3.867	4.740
Beurre.	2.654	2.915
Sucre de lait. . . .	4.388	4.049
Sels.	0.138	0.145

Roger a aussi affirmé que pendant la menstruation le lait est plus riche en principes fixes. Mais, d'après d'autres auteurs, pendant que les règles existent, le lait serait moins riche en éléments

[1] Voir *Sourdat*, Compt. rend., t. LXXXI, p. 86, (1870), et Brunner, *Arch. f. gesammte physiol.*, t. VII, p. 140.

nutritifs; il tend à purger l'enfant, et pourrait faire naître chez lui des troubles gastriques ou nerveux.

On voit quelquefois réapparaître dans le lait des femmes menstruées les globules framboisés du colostrum (*Donné*). Dans l'intervalle des mois, l'examen du lait de même âge de nourrices réglées ou non réglées, n'a rien indiqué de spécial. Dans le cas de suppression anormale des menstrues, le lait devient quelquefois sanguinolent.

Grossesse. — On serait disposé à croire, à priori, que l'état de grossesse tend à modifier le lait et à le rendre plus pauvre en éléments nutritifs. Telle est en effet l'opinion de la plupart des médecins. Du reste l'état de grossesse a sur la sécrétion lactée une influence telle, qu'il arrive quelquefois jusqu'à la tarir entièrement. Toutefois, suivant Vernois et Becquerel, le lait des nourrices ne paraîtrait pas se modifier au début de la grossesse ; sa caséine ne varierait pas sensiblement, et il deviendrait même plus riche en éléments nutritifs vers la fin de la gestation.

Age de la nourrice. — Chez la femme, la composition du lait est à peine sensiblement modifiée par l'âge entre 20 et 35 ans. Avant 20 ans le lait contient plus de sels, de caséine, et de beurre. Après 35 ans, il s'est un peu appauvri en sels, mais les autres éléments restent normaux.

Age du lait. — Un lait trop vieux donné à un jeune nourrisson est toujours mal digéré. Le lait, immédiatement après le part, est riche en albumine et privé ou très-pauvre de caséine. Cet état *colostral*, dont nous parlerons plus loin, disparaît au bout de quinze jours à un mois. Mais peu à peu le lait de la nourrice paraît devenir sinon plus substantiel, comme on le croit généralement, au moins plus difficile à digérer pour les très-jeunes estomacs, quoique nous ne puissions penser qu'il faille rapporter à l'âge seul du lait les cas d'érythèmes rebelles, observés chez les petits enfants qui en faisaient usage[1].

Becquerel et Vernois, qui ont fait, à propos de l'influence de l'âge du lait sur sa composition, les travaux les plus complets, ont observé que de 1 à 8 mois le beurre diminue progressivement de 39 grammes à 16 grammes par kilo, pour augmenter ensuite et se maintenir constant entre 20 et 26 grammes ; la caséine et les matières

[1] Voir *Gaz. des hôpitaux*, 1863. p. 447.

extractives diminuent jusqu'au deuxième mois de 45 à 38 grammes, puis se maintiennent entre 36 et 40 grammes par litre; le sucre ne varie pas, il oscille entre 40 à 45 grammes; les sels diminuent progressivement jusqu'au huitième mois, de 1gr,83 à 1gr,18, puis augmentent et se maintiennent entre 1gr,2 et 1gr,4 par kilo de lait.

Influences pathologiques. — Nous renvoyons l'étude de l'influence des maladies sur la constitution du lait à la *IIIe Partie* de cet ouvrage.

ARTICLE III

DU LAIT DE FEMME ET DE QUELQUES LAITS USUELS EN PARTICULIER

Il nous reste à donner le tableau synoptique de la composition du lait telle qu'elle résulte des analyses des divers auteurs. Des travaux considérables ont été faits sur ce sujet, mais nous donnerons ici plus spécialement les nombres relatifs au lait de femme qu'il nous importe surtout de connaître. Pour les laits les plus usuels (*vaches*, *chèvres*, *brebis*), nous nous bornerons à donner les résultats partiels des analyses, à titre de simple renseignement utile au médecin. Ce qui a été developpé dans les articles précédents est pour ainsi dire résumé dans les tableaux qui suivent, et nous dispense de reproduire à la suite de ces déterminations numériques nombreuses, les observations faites plus haut en parlant des différents laits.

§ 1. — LAIT DE FEMME.

Le lait provenant d'une femme de 20 à 30 ans, robuste mais non trop grasse, d'un caractère doux et gai, peu impressionnable, brune ou blonde, mais non rouge, ayant les dents belles, est en général dans de bonnes conditions pour bien satisfaire le nourrisson.

Le bon lait de femme n'est ni trop bleuâtre, ni trop riche ni trop pauvre en beurre, ni acide, mais très-sensiblement alcalin. Sa saveur est sucrée, sa couleur opaline, légèrement bleuetée quand on l'étend d'eau. Son odeur est presque nulle. Bouilli ou non, il ne donne pas sous le microscope trace de coagulum. Une seule filtration sur du bon papier fournit un sérum presque transparent,

dont la caséine ne subit par la *présure qu'une coagulation difficile et imparfaite.* Le lait de femme ne contient de l'albumine que s'il est à l'état colostral, c'est-à-dire durant les quinze jours ou les trois semaines qui suivent la parturition. Dans le tableau suivant (p. 262), j'ai rapproché des analyses nombreuses de laits de femmes examinés à plusieurs époques de la lactation, à divers moments traités, et pour les divers tempéraments et constitutions.

(*Voir le tableau à la page suivante.*)

§ 2. — LAITS USUELS DE VACHE, DE CHÈVRE, DE BREBIS, DE JUMENT, D'ANESSE.

L'usage de ces divers laits comme aliments ou médicaments est si répandu qu'il importe beaucoup au médecin de les bien connaître.

Lait de vache. — Sa couleur est blanche, quelquefois un peu jaunâtre, suivant la nourriture que l'on donne à l'animal. Sa densité varie de 1,030 à 1,039 (*Simon; Vernois et Becquerel*) : la moyenne des déterminations connues est de 1,0318. Mais on a dit plus haut que cette densité ne doit jamais être prise comme une preuve de la pureté ou de l'adultération de ce lait. Vue l'importance des usages du lait de vache, nous donnerons encore ici (p. 263), le tableau un peu complet de sa composition.

Laits de chèvre, de brebis, de jument et d'ânesse. — A part son aspect plus crémeux, et son odeur quelquefois plus aromatique, le lait de chèvre se rapproche beaucoup de celui de vache.

Le lait de brebis est très-riche en beurre et en caséine; il est très-nourrissant. En général il possède une belle couleur blanche.

Le lait d'ânesse est celui qui, par sa digestibilité, se rapproche le plus du lait de femme ; comme lui, il se coagule difficilement par la présure. Mais, par sa composition, il diffère sensiblement du lait de notre espèce. Il est en effet plus pauvre que celui-ci en beurre et surtout en caséine. Toutefois sa facile digestibilité, quand il est bien supporté par l'estomac, le fait préférer à tout autre lait lorsqu'il s'agit de réparer rapidement l'organisme.

Le lait de jument est intermédiaire entre celui de vache et celui d'ânesse. Il peut aisément remplacer ce dernier pour les usages médicinaux. Son odeur presque nulle le fait préférer au lait d'ânesse par beaucoup de personnes.

TABLEAU DE LA COMPOSITION EN POIDS DE 100 PARTIES DE LAIT DE FEMME.

AUTEURS	DENSITÉ	EAU	RÉSIDU SEC	CASÉINE	BEURRE	SUCRE	MATIÈRES extractives	SELS MINÉRAUX	OBSERVATIONS
MOYENNE GÉNÉRALE. .	1.0315	87.70	12.30	1.90	4.50	5.30	»	0.180	Moyenne arithmétique de toutes les observations normales que j'ai pu recueillir
Donné.	1.032	87.90	12.10	1.90	8.97	1.20	»	»	»
Fr. Simon. . . .	1.030	88.38	11.62	1.96	3.14	5.76	»	0.166	Femme. 1 mois après l'accouchement.
Id.	1.030	88.36	11.64	2.20	2.64	5.20	»	0.178	Même femme. Lait de 15 jours.
Id.	1.032	86.60	13.40	4.52	2.74	3.92	»	0.287	Même femme. Lait de 3 mois.
Id.	1.034	91.40	8.60	3.55	0.80	3.95	»	0.240	Même femme. 8 jours après ; souffre de la faim.
Id.	1.033	88.06	11.94	3.70	3.40	4.54	»	0.250	Même femme mieux nourrie et huit jours après.
Id	1.032	90.20	9.80	3.90	0.80	4.90	»	0.208	Même femme, plus tard.
Id.	1.034	86.14	13.86	3.10	5.40	5.20	»	0.235	Même femme, plus tard.
E. Marchand. . . .	»	88.56	11.44	0.63	3.287	7.36	»	0.158	Alimentation ordinaire.
Vernois et Becquerel	1.0326	88.91	11.09	3.92	2.67	4.36	»	0.138	Moyenne de 89 observations.
Doyère.	1.0323	84.32	15.68	1.53	7.07	6.90	»	0.180	Moyenne.
Id.	»	83.72	16.28	1.17	7.45	7.50	»	0.160	»
Filhol et Joly. . . .	»	87.94	12.06	1.50	3.05	6.66	0.85		Nourrice de 30 ans. Lait de 34 jours. Nourriture maigre. Milieu de la traite.
Id.	»	83.76	16.24	0.89	7.35	7.15	0.95		La même. Lait de 2 mois et demi ; milieu de la traite.
Id.	1.030	87.55	12.45	0.85	4.10	6.90	0.80		La même. Lait de 2 mois et demi ; milieu de la traite.
Id.	»	85.56	14.44	0.85	6.00	6.80	0.79		La même. 4 mois ; fin de la traite.
Id.	1.031	88.61	11.39	0.85	4.75	4.85	0.94		La même. Lait de 10 mois.
Id.	»	89.50	10.50	1.00	2.70	6.00	0.80		Tempérament lymphatique, sanguin. Lait de 2 mois.
Id.	»	84.47	15.53	2.05	6.80	5.89	0.78		Forte brune. Lait de 2 ans.
Brünner.	»	90.00	»	0.63	1.73	6.23	»		Ces résultats sont des moyennes. — *Mat. albuminoïdes* variables de 0,18 à 1,34 — *Graisses* de 0,24 à 4,41. — *Sucre* de 4,65 à 6,93.
Tolmatscheff. . . .	»	»	»	2.05	3.177	4.3	»		Analysé par la méthode de *Hoppe-Seyler*. — Forte blonde ; 22 ans, 8 jours après l'accouchement. La caséine et l'albumine sont réunies.
Id.	»	»	»	1.04	1.713	6.26	»		Analysé par la méthode de *Hoppe-Seyler*. — Forte blonde ; 34 ans. 36 jours après l'accouchement.

COMPOSITION DE 100 PARTIES DE LAIT DE VACHE

AUTEURS	DENSITÉ	EAU	RÉSIDU SEC	CASÉINE	BEURRE	SUCRE	MATIÈRES extractives	SELS MINÉRAUX	OBSERVATIONS
MOYENNE GÉNÉRALE. .	1.0318	86.50	13.50	3.60	4.05	5.50	»	0.40	Moyenne arithmétique de toutes les observations normales que j'ai recueillies
Boussingault et Lebel	»	87.70	12.30	3.00	4.50	4.70	»	0.10	Lait âgé de 200 jours. litres par jour. Foin.
Id.	»	87.10	12.90	3.40	4.00	5.30	»	0.20	Même vache. Lait de 210 jours. 5 litres par jour. Betteraves, en quantité équivalente au foin.
Id.	»	86.80	13.20	3.40	3.60	6.00	»	0.20	Même vache. Lait de 302 jours. 3 litr. par j. Foin tourteau, en quantité nutritivement équivalente.
Lyon Playfair . . .	1.034	86.50	13.50	5.40	3.70	3.80	»	0.60	Vache nourrie en prairie, traite à l'étable après beaucoup d'exercice.
Id.	1.032	87.00	13.00	3.90	5.60	3.00	»	0.50	Lait du lendemain, même vache; n'a pas mangé.
Id.	1.031	85.70	14 30	4.90	5.10	3.80	»	0.50	Même vache, nourrie à l'étable, lait du soir.
Filhol et Joly.. . .	1.027	82.61	17.39	4 25	8.25	4.75	0.144		Vache de 7 ans, lait de 6 mois; traite entière.
Id.	»	83.45	16.55	4.55	6.39	5.60	0.102		Autre traite entière.
Id.	»	82.49	17.51	3.90	8.80	4.06	0.750		Même vache, 4 jours après; traite entière.
Poggiale.	»	85.85	14.15	3.80	4.38	5.27	0.70		Moyenne de 10 analyses.
Chevalier et Henry.	»	86.67	13.33	4.20	3.08	5.30	0.75		Vache nourrie de carottes.
Id.	»	86.87	13.13	3.75	2.75	5.95	0.68		La même, nourrie de betteraves.
Gorup-Besanez . .	»	85.71	14.29	5.40	4.305	4.037	0.548		Moyenne de plusieurs analyses.

Voici le tableau, résultant d'un grand nombre d'analyses, de la composition moyenne de 100 parties des divers laits de chèvre, de brebis, d'ânesse et de jument.

	DENSITÉ	EAU	RÉSIDU SEC	CASÉINE	BEURRE	SUCRE	MATIÈRES EXTRACTIVES ET [illegible]
Lait de chèvre.	1.0323	87.6	12.4	3.7	4.20	4.00	0.56
— de brebis.	1.0380	82.0	18.0	6.1	5.33	4.20	0.7
— d'ânesse.. .	1.033	90.7	9.3	1.7	1.55	5.80	0.5
— de jument..	1.031	89.0	11.0	2.7	2.50	5.50	0.5

§ 3. — COLOSTRUM.

Toutes les femelles de mammifères, un peu avant le part et e[illegible] environ un mois après, ont dans leurs mamelles un lait spécial destiné à nourrir le petit dès les premiers jours qui suivent la délivrance[1]. Ce liquide est caractérisé microscopiquement par de gros globules comme framboisés (*Corps globuleux* de Donné), qui paraissent être de véritables cellules amiboïdes douées de mouvements propres, et fort riches en graisses. Chimiquement, le colostrum est remarquable par la présence, en plus ou moins grande quantité, d'une albumine coagulable par la chaleur. L'ammoniaque [illegible] rend le colostrum visqueux et filant. Les corps granuleux framboisés disparaissent après les premiers huit jours.

Le colostrum humain, consistant et très-alcalin, de couleur jaune au début, devient blanchâtre à partir du troisième jour. Les globules butyreux, d'abord réunis entre eux, se détachent à mesure que la sécrétion lactée devient plus abondante et prennent un diamètre plus grand.

[1] Trois ou quatre jours avant la fin de la couvaison, et six jours encore après, les parois du jabot du pigeon mâle et femelle, et peut-être du perroquet et de l'ibis sacré sécrètent une bouillie blanchâtre, mêlée de nombreuses cellules, avec laquelle ces animaux nourrissent leurs petits dès les premiers jours de leur naissance. Cette bouillie, analysée par Lecomte, a la composition suivante :

Caséine et sels.	25.25
Graisse.	10.47
Eau..	66.30
	102.02

On n'y trouve pas de sucre.

Le colostrum est remarquable par sa faible quantité de caséine, par la présence de l'albumine, par un excès de beurre et de sucre. Il subit plus aisément que le lait la fermentation lactique.

Crusius a trouvé que le colostrum de vache (*mouille*) immédiatement après la parturition contient jusqu'à 34 p. 100 de parties fixes, qui se réduisent à 30, à 23, à 12, enfin à 5 p. 100 au bout de peu de jours.

Voici quelques analyses de colostrum de femme. Les nombres sont relatifs à 100 parties de cette humeur.

ANALYSES DU COLOSTRUM DE FEMME

AUTEURS	DENSITÉ	EAU	RÉSIDU FIXE	ALBUMINE ET CASÉINE	BEURRE	SUCRE	SELS ET MAT. EXTRACTIVES	OBSERVATIONS
Simon.	1.032	82.80	17.20	4.00	5.00	7.00	»	1er jour de l'accouchement.
Id..	1.031	87.32	12.68	2.12	3.46	6.24	»	Le même après fièvre de lait.
Filhol et Joly. .	»	91 86	8.14	1.16	2.30	3.79	0.89	Colostrum de 16 jours. Femme lymphatique faible, 28 ans. Ce liquide devait se rapprocher de l'état du lait parfait.
Clemm.. . . .	—	85.17	14.83	7.48[1]	3.024	4.369	0.448	17 jours avant l'accouchement.
Id..	—	85.86	14.16	8.07[2]	2.347	3.637	0.544	9 jours avant l'accouchement.
Id..	—	84.30	15.70	—	—	—	0.512	24 heures après l'accouchement.
Id..	—	88.58	11.42	3.69	3.53	4.298	0.169	9 jours après l'accouchement.
Id..	—	90.58	9.42	2.91	3.35	3.154	0.194	12 jours après l'accouchement.

[1] et [2] Ces deux nombres se rapportent à de l'albumine.

ARTICLE IV

ESSAIS ET ANALYSES DU LAIT

§ 1. — EXAMEN DU LAIT.

Avant de donner les méthodes exactes d'analyse du lait, nous allons exposer les moyens qui permettent de se faire rapidement une idée approchée de la composition et de la valeur des différents laits. Ces procédés expéditifs ne sauraient suppléer du reste à l'analyse exacte, et celle-ci ne donne pas elle-même, pour le choix

d'une nourrice, de meilleures indications que celles qui résultent de l'examen de la femme qui allaite. Nous avons dit plus haut (p. 260), quelles qualités extérieures doivent guider le praticien dans le choix à faire.

Densimètre. — Le meilleur est celui de Bouchardat et Quevenne. C'est un aréomètre à deux échelles l'un pour le lait écrémé, l'autre pour le lait non écrémé. Il faut donc avant que de s'en servir, faire un premier essai avec le crémomètre ou le lactobutyromètre. Les chiffres marqués sur l'instrument indiquent l'excès du poids du litre de lait sur le litre d'eau. Ce densimètre étant gradué pour 15°, il faut toujours ramener le lait à cette température. Si l'instrument marque 32, cela veut dire que le litre de ce lait pèse 1032 grammes et que sa densité est de 1,032.

Lacto-butyromètre. — Cet instrument dû à E. Marchand, donne des indications assez exactes. C'est un tube cylindrique BC (*fig.* 46), divisé en trois parties de 10 cent. cubes de capacité par trois traits marques L, E, A. L'instrument étant tourné l'ouverture C en haut, la partie BL est remplie du lait à essayer et additionné de 2 *gouttes de soude* pour 10 cent. cubes. On remplit LE avec de l'éther et EA avec de l'alcool à 86° centésimaux ; on bouche, on agite avec soin et on laisse reposer à la température de 40°, jusqu'à ce que la couche oléagineuse qui vient se former en EA n'augmente plus. Cette partie de la burette étant divisée en centièmes on n'a plus qu'à lire le nombre n de degrés marqués sur l'instrument, toujours maintenu à 40°, et à appliquer la formule $p = 12^{gr},6 + n \times 2^{gr},33$ pour obtenir la quantité p de beurre dissoute dans un litre du lait employé.

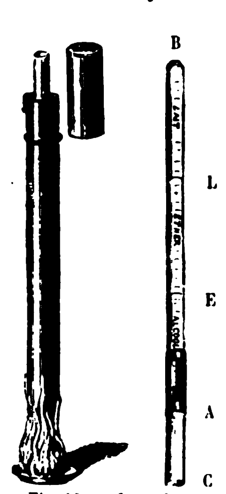


Fig. 46. — Lacto-butyromètre de E. Marchand.

Cet instrument n'est gradué que pour le lait de vache. Pour tout autre lait, ou toute autre température que celle de 40°, il faudrait changer les deux coefficients $12^{gr},6$ et $2^{gr},33$.

Lactoscope. — Ce petit instrument dû à Donné, sert à comparer le degré d'opacité des divers laits, qui d'après cet auteur serait à peu près proportionnelle à leur richesse nutritive. Cette hypothèse est inexacte : mais le lactoscope, en permettant d'opérer

sur quelques gouttes de lait, donne des indications utiles au médecin, surtout quand il s'agit du lait de femme.

Le lactoscope est formé de deux tubes *t* et *t'* fermés en avant et en arrière par deux glaces *a* et *a'*, et pouvant se visser l'un sur l'autre. Le pas de vis étant de 1/2 millimètre, les deux glaces marchent l'une vers l'autre de cette quantité pour chaque tour de vis. De plus le limbe de *t'* est divisé en 50 parties qui font apprécier le cinquantième de tour, ou une marche de 1 centième de millimètre de *t* vers *t'*. L'instrument étant d'abord entièrement vissé, les deux glaces sont au contact et le limbe de *t'* est au zéro.

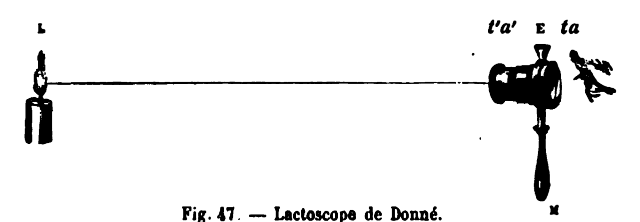


Fig. 47. — Lactoscope de Donné.

Après que le lait a été versé dans l'entonnoir E, on se place dans une chambre obscure à 1 mètre d'une bougie ordinaire L que l'on regarde à travers les glaces *a a'* en tenant l'instrument devant son œil par le manche M. En dévissant alors le tube *t'*, les deux glaces s'écartent, le lait coule de l'entonnoir E dans l'instrument, et l'on fait croître, en dévissant toujours, l'épaisseur de la couche de lait interposée aux deux glaces jusqu'à ce que la lumière de la bougie cesse d'être aperçue à travers les deux plaques de verre. Le degré lactoscopique est égal au nombre de tours multiplié par 50, augmenté du nombre de cinquantième de tours marqués sur le limbe de *t'* et correspondant au dernier tour inachevé.

§ 2. — ANALYSE DU LAIT.

Nous ne décrirons ici que quelques-uns des procédés les plus exacts et les plus expéditifs.

Procédé de Chevalier et O. Henry ; de Brünner. — On chauffe le lait à analyser jusqu'à l'ébullition et l'on y verse alors quelques gouttes d'acide acétique étendu de 2 fois son volumes d'eau. La caséine se précipite, on la filtre, on la lave à l'eau, puis on l'épuise

par de l'éther qui, par évaporation, donne le poids des corps gras. La caséine est ensuite desséchée à 100° et pesée. Une partie est incinérée et donne le poids des sels insolubles. Le sérum, réuni aux eaux de lavage de la caséine, est évaporé au bain-marie. Le résidu ainsi obtenu représente la lactose, les matières extractives et les sels solubles. Le sucre est alors dosé par le saccharimètre ou mieux par la liqueur cupropotassique (V. p. 73), les sels solubles par l'incinération, et les matières extractives par différence.

Quevenne et Simon ont suivi des procédés analogues.

Brünner dessèche le lait à 100° dans un courant d'hydrogène sec, lavé au sulfate de cuivre, et obtient ainsi le poids du résidu fixe. Pour doser la caséine, il verse dans le lait de l'acide acétique jusqu'à saturation, porte à l'ébullition, et ajoute une solution saturée de sulfate de sodium. La liqueur redevient alcaline. Il la neutralise encore par de l'acide acétique et chauffe à 100°. Après le refroidissement, le coagulum qui s'est formé est lavé avec de l'eau froide; les eaux de lavage ne contiennent plus que des traces de matières albuminoïdes. On les sèche, et l'on a le poids des *matières albuminoïdes*, et du beurre. Ce dernier est dosé à part en évaporant le lait sur du marbre blanc en poudre et reprenant ensuite les graisses par l'éther. Le sucre est déterminé par la méthode de Fehling[1].

Ces divers procédés, très-analogues entre eux, sont assez exacts et pratiques. Ils ont toutefois l'inconvénient de ne permettre d'épuiser que très-difficilement la caséine de ses matières grasses.

Procédé de E. Marchand. — On dose le beurre au lacto-butyromètre (p. 266), et la lactine par la liqueur cupropotassique dans une portion séparée. On évapore au bain-marie une troisième partie et l'on obtient ainsi le résidu sec et, par calcination, le poids total des cendres. On dose enfin, sur une quatrième portion, la caséine par addition de 15 à 20 gouttes d'acide acétique cristallisable pour 100 grammes de lait maintenu à 25°. Connaissant tous ces éléments et le poids du résidu sec on a, par différence, les substances protéiques solubles et extractives.

On doit reprocher à ce procédé la coagulation imparfaite de la caséine par une quantité un peu trop grande d'acide acétique à basse température. Le beurre souffre une légère indétermination et les cendres sont trop faibles à cause de la réduction et de la

[1] Voir *Revue des sciences médicales*, t. II, p. 579.

décomposition des sels non additionnés de carbonates alcalins.

E. Marchand fait observer, pour le lait de vache, qu'après avoir déterminé, par le lactobutyromètre, la quantité de beurre, et par la liqueur cupropotassique, la quantité de lactine du petit-lait, si l'on prend le poids, à + 15°, du litre de lait à analyser et si l'on abaisse ce poids d'une unité par chaque 10 grammes de beurre que l'on a dosé par litre, on obtient un nouveau poids qui représente très-approximativement celui du litre de lait écrémé. Si l'on multiplie par 2,33 l'excès de ce dernier poids sur celui d'un litre d'eau, on obtient un nombre qui représente assez exactement le poids du résidu total laissé par 1 litre du lait primitif diminué du poids de son beurre. Or, comme on a déterminé le chiffre de la lactine et qu'on connaît le poids moyen des cendres du lait de vache ($7^{gr},25$ par litre environ), on a par différence le poids des matières protéiques. On fait ainsi l'analyse complète du lait par la seule détermination du beurre, du sucre et de la densité. Pour les autres espèces animales, le chiffre 2,33 devrait être modifié.

Procédé de Baumhauer. — Il consiste à évaporer le lait en présence du sable pour l'épuiser aisément de ses corps gras. A cet effet, on remplit des filtres de papier avec du sable lavé à l'acide chlorhydrique et bien séché ; on les imprègne ensuite d'un poids connu de lait. On évapore le tout dans un courant d'air à 60° ou 70°. On porte alors à 105°, on pèse, et l'on obtient ainsi le poids du résidu sec. Le sable est ensuite épuisé, dans des tubes fermés, une portion par de l'éther, une autre par de l'eau tiède aiguisée d'acide acétique. On a ainsi le beurre par évaporation de l'éther, le poids du sucre et des sels solubles par évaporation de la dissolution aqueuse. La caséine est dosée par différence[1].

On voit que dans ce procédé toutes les erreurs s'accumulent sur un des éléments les plus importants du lait : la caséine.

Procédé de Millon et Commaille. — Ces auteurs mesurent 20 cent. cubes de lait qu'ils étendent de 80 cent. cubes d'eau, et qu'ils accidulent par de l'acide acétique. Le coagulum, jeté sur un filtre, est lavé d'abord à l'eau, puis à l'eau alcoolisée marquant 40° alcoométriques. Le lait est ensuite séché sur du papier buvard, délayé dans de l'alcool anhydre et épuisé à l'éther alcoolique. On

[1] *Jahresb*, 1861, p. 873.

a le poids du *beurre* par évaporation de cette liqueur éthérée. La partie insoluble dans l'alcool anhydre constitue la *caséine*. On la calcine et on a la proportion des *sels insolubles*.

On prélève une partie déterminée du petit-lait obtenu, par la coagulation au moyen de l'acide acétique, et on la porte à l'ébullition; on sépare ainsi un coagulum que les auteurs précédents considèrent comme *l'albumine primitive* du lait. On sèche et l'on pèse. La partie du sérum dont on a séparé cette albumine, est traitée par le nitrate acide de mercure, qui donne un précipité que l'on recueille, sèche et pèse; de son poids on conclut celui de la *lactoprotéine*.

Le *sucre de lait* se dose dans une quantité connue de petit-lait par le réactif cupropotassique. Les *cendres solubles* s'obtiennent par calcination. Le *parfum du lait* se sépare en agitant le lait frais avec 3 ou 4 fois son volume de sulfure de carbone purifié.

Imperfection du dosage de la caséine, cendres trop faibles, marche longue et difficile à suivre, tels sont les inconvénients de cette dernière manière d'opérer.

De tous ces procédés, le premier est le plus recommandable.

ARTICLE V

CONSERVATION, FALSIFICATION ET IMITATIONS DU LAIT

§ 1. — CONSERVATION DU LAIT.

Sous l'influence de la chaleur ambiante, surtout par les temps humides et orageux, le lait tend à s'aigrir rapidement, *à tourner*, et à subir la coagulation spontanée. On peut empêcher cet effet de se produire soit en tenant le lait dans un lieu froid, soit en le faisant bouillir après l'avoir additionné de 1 gramme environ de bicarbonate de soude par litre.

D'après Bouchardat[1] la matière du vase influe sur la conservation du lait. Les vases de fer, de cuivre, de laiton, de zinc, le conservent très-bien, mais les trois derniers ont une action dangereuse, et le fer donne au lait de l'astringence. Il faut s'en tenir aux vases de fer-blanc, éviter de le transvaser *d'un vase d'une*

[1] *Journ. de Pharm.* t. XIX, p. 472.

substance dans un vase d'une autre ce qui accélère la fermentation.

Le lait peut se conserver plusieurs mois par la méthode d'Appert, en le concentrant, le faisant bouillir et soudant les boîtes pendant qu'il est chaud. On peut aussi réduire le lait de vache, préalablement sucré, au 5e de son volume en le chauffant au bain-marie sous faible épaisseur, puis l'enfermer dans des boîtes de fer-blanc qu'on porte quelques instants à 100° et qu'on soude à l'étain. Ce procédé donne un lait qui se conserve très-bien.

§ 2. — FALSIFICATIONS DU LAIT.

Les principales falsifications sont l'écrémage et l'addition d'eau. Un dosage de beurre ou l'emploi du lactobutyromètre de Marchand, permettent de s'en rendre compte. Ainsi falsifié, le lait devient bleuâtre : mais on pallie ce défaut en additionnant le lait d'extraits de chicorée, de carottes, de rocou. Après coagulation, on trouvera tous ces extraits dans le sérum.

Les décoctions de graines féculentes, la gélatine, la dextrine, les gommes, sont destinées à rendre au lait, mélangé d'eau, de l'onctuosité et *du corps*. Il suffit pour déceler ces substances de coaguler le lait en présence d'un peu d'acide acétique, de filtrer à chaud, et d'ajouter de l'alcool qui précipitera du *filtratum* les matières étrangères. Une petite quantité de blanc d'œuf augmente la propriété qu'a le lait de mousser. Quelquefois on se borne à ajouter au lait de l'empois d'amidon décelable par l'iode, ou de l'amidon cru que le microscope dévoile aisément.

On ajoute encore au lait, mais seulement pour l'empêcher de tourner, de la craie ou du bicarbonate de soude. Leur excès se reconnaîtra par l'addition, à chaud, d'une petite quantité d'acide acétique qui dégagera de l'acide carbonique. Du reste le lait de vache ne doit pas donner plus de 0,60 p. 100 de cendres.

§ 3. — IMITATIONS DU LAIT.

On a cherché à remplacer et imiter le lait de femme par des laits moins rares, ou à lui substituer entièrement des préparations ayant une composition chimique ou une digestibilité analogues. On a aussi tenté de produire des *laits médicamenteux*.

Lait de femme artificiel. — 1° *Lait proposé par M. Coulier.* Cet auteur, dans son article Lait du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, Paris, 1870, propose le mélange suivant comme se rapprochant le mieux de la composition du lait de notre espèce :

Lait de vache non écrémé.	600gr.0
Crème de ce lait.	13gr.0
Sucre de lait cristallisé..	15gr.0
Phosphate de chaux (récemment précipité.) .	1gr.5
Eau.	339gr.5

Mais n'oublions pas ce que nous disions plus haut, que l'estomac humain, comme celui de tous les autres animaux, digère plus facilement que tout autre le lait de son espèce. Le lait précédent quoique se rapprochant beaucoup de la composition du lait de femme n'en diffère pas moins par la nature de sa caséine et de ses matières extractives. D'ailleurs l'addition au lait de vache du phosphate de chaux précipité ne saurait remplacer cette partie d'acide phosphorique éminemment assimilable qui s'introduit dans l'économie, par le lait, sous forme de caséine ou de protagon. On sait aujourd'hui que le phosphate tribasique de chaux est absorbé en partie dans l'intestin, *mais non assimilé.*

2° *Lait de Liebig.* — Liebig prépare ainsi un lait entièrement artificiel, destiné aux jeunes nourrissons :

On fait bouillir 16 grammes de farine de blé avec 160 grammes de bon lait de vache; quand on a obtenu ainsi une bouillie homogène, on la laisse refroidir à 35° et on ajoute 16 grammes d'orge germée, récemment broyée, et délayée dans 32 grammes d'eau tiède alcalanisée par 0gr,5 de bicarbonate de potasse. Le vase est alors laissé dans de l'eau à 35° de 15 à 20 minutes au bout desquelles le mélange a perdu sa consistance primitive : l'amidon s'est transformé en dextrine et en sucre sous l'influence de l'orge germée. On fait bouillir alors le tout quelques instants et l'on passe à travers un tamis fin.

Ce lait artificiel paraît être préparé et employé en grand en Allemagne, en Angleterre et aux États-Unis.

Après avoir décrit le *modus faciendi* précédent, Liebig ajoute : « Le procédé suivant est plus simple, et, d'après ce qu'assurent les cuisinières, plus facile à suivre que le premier. On pèse 15 grammes de farine de froment et 15 grammes de farine de

malt, on ajoute ensuite, en mêlant toujours, d'abord 30 grammes d'eau, puis 150 grammes de lait. On chauffe sur un feu très-doux, en agitant continuellement jusqu'à ce que le mélange commence à s'épaissir; alors on retire le vase du feu et on remue pendant 5 minutes; on chauffe de nouveau et on enlève encore quand la bouillie redevient épaisse; enfin on porte à l'ébullition. Lorsqu'elle a été passée par un tamis fin, la bouillie est propre à l'usage. »

Le *lait de Liebig* n'a pas donné chez nous de résultats satisfaisants.

Laits médicamenteux. — On a essayé de faire pénétrer dans le lait des médicaments divers à travers l'organisme même de la femelle. C'est ainsi qu'en donnant aux nourrices du mercure, de l'iode, etc., on a tenté de guérir les affections syphilitiques ou scrofuleuses du nourrisson.

M. Labourdette a longuement cherché à produire un lait riche en iode, en faisant avaler aux vaches de l'iodure de potassium. Le lait qu'il obtient ainsi est en effet iodé, mais ce n'est que difficilement que l'animal résiste à l'action de ce sel et produit un lait toujours aussi abondant et aussi nutritif. D'ailleurs, sans vouloir ici nous-même trancher la question, on nous permettra de douter de l'avantage qu'il peut y avoir d'introduire l'iode dans le lait en faisant passer d'abord ce métalloïde à travers l'organisme de l'animal. L'iode se retrouvera toujours dans le sérum à l'état d'iodure alcalin comme si on l'eût directement ajouté au lait après la traite.

On a par les mêmes méthodes produit des laits chlorurés, arsenicaux et ferrugineux; mais il n'est pas encore démontré qu'on puisse, par cette voie, rendre un lait suffisamment mercuriel et médicamenteux.

§ 4. — ORIGINE DES PRINCIPES IMMÉDIATS DU LAIT.

Les derniers faits que nous venons de signaler démontrent bien que la glande mammaire emprunte directement au sang une partie de ses principes immédiats. On se rappelle aussi que certaines plantes communiquent au lait leur parfum ou leur saveur et jusqu'à leur couleur. On ne saurait conclure de ces observations que la glande mammaire ne jouisse pas de cette double propriété de choisir dans le sang certains matériaux, à l'exclusion de quelques autres, et de former de toutes pièces des principes exclusivement propres au lait. Parmi ces derniers, nous citerons la lactose et la

caséine, qui ne se trouvent pas dans le sang ; ces produits paraissent donc se former de toutes pièces dans la glande aux dépens d'autres substances que lui apporte la circulation.

Il est probable que les matériaux qui composent le beurre sont eux-mêmes produits de toute pièce dans la mamelle, et non extraits du sang, quoiqu'on puisse dans cette humeur rencontrer quelques-uns d'entre eux, tels que la margarine ou la stéarine. En effet, les expériences de Sübottin, Kemmerich, Playfair ont démontré que chez la chienne, la quantité de beurre sécrétée sous formé de lait augmente avec une alimentation entièrement composée de viande dégraissée, et diminue au contraire lorsqu'on ne donne à l'animal que des matières grasses d'origine animale. Comme dans leurs recherches, les sujets nourris de viande exempte de corps gras augmentaient en général de poids, il faut admettre que le beurre produit l'est aux dépens des matièreres albuminoïdes alimentaires.

Pour le sucre de lait, une partie paraît se produire aux dépens des corps protéiques, une autre aux dépens des hydrates de carbone. En effet, lorsqu'on nourrit exclusivement l'animal de viande, il continue indéfiniment à produire de la lactose, seulement la quantité de ce principe diminue dans le lait ; elle s'élève au contraire aussitôt que l'on rend à l'animal le sucre ou l'amidon.

La caséine provient évidemment d'une transformation, du reste légère, de la sérine du sang, car l'on sait que ce n'est que par des réactions délicates qu'on peut différencier la caséine de l'albuminate de soude ; de plus, Gorup-Besanez a transformé cette caséine, par l'action ménagée de l'ozone, en une substance coagulable, et que l'acide acétique ne précipite plus. D'ailleurs nous avons dit que, chez les mammifères omnivores, l'alimentation animale fait croître dans le lait la proportion de caséine, tandis qu'une alimentation riche en hydrates de carbone la fait diminuer. La caséine a donc pour origine les matières albuminoïdes sans cesse assimilées.

Quant aux substances minérales que contient le lait, elles proviennent directement du sang, et la glande mammaire ne modifie que leurs quantités relatives.

Les observations qui précèdent pourront être mises utilement à profit quand le médecin voudra modifier la nature du lait d'une nourrice, et faire croître la quantité de tels ou tels principes immédiats plus spécialemeut nécessaires au développement du nourrisson.

TROISIÈME PARTIE

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PATHOLOGIE

L'*Anatomie et l'histologie normales et pathologiques, la Physiologie, et la Chimie appliquée à la médecine* sont les trois sciences qui nous ont permis de pénétrer le plus profondément dans l'intimité des phénomènes de la vie. C'est à elles que la pathologie et la thérapeutique sont redevables de leurs notions les mieux établies et de leurs méthodes les plus exactes. On ne saurait donc trop puiser à chacune de ces trois sources fécondes de progrès. La *Chimie appliquée à la médecine* par la variété et l'exactitude de ses indications, par son aptitude à poursuivre les moindres changements moléculaires qui surviennent dans les tissus ou les humeurs de l'organisme, devient de jour en jour un auxiliaire plus puissant de la médecine moderne. Elle est appelée à lui rendre les plus grands services, lorsque la facilité des recherches expérimentales lui permettra d'accumuler un nombre suffisant de documents précis et d'observations bien liées entre elles.

Telle n'est pas malheureusement encore l'état des choses. J'ai tâché d'exposer ici la *Chimie pathologique* aussi méthodiquement que possible ; elle comprend aujourd'hui un ensemble considérable de faits et de rapprochements précieux, à côté de documents tout aussi nombreux fondés sur des méthodes ou des observations souvent peu précises et destinées à disparaître. Dans ce Nouveau-Monde à peine entrevu, quelques grandes lignes encore mal dessinées marquent bien incomplétement le terrain déjà conquis, ou la route à suivre.

Il eût été sans doute avantageux pour le médecin, dans cette partie de ce livre plus spécialement consacrée à la pathologie, de trouver successivement décrites, sous la rubrique de chaque maladie, les altérations correspondantes des tissus et des humeurs de

l'organisme. L'état actuel de la science ne permet pas encore de tracer aujourd'hui ce tableau. En outre, il nous a paru plus intéressant et plus philosophique, conservant à peu près le plan de la *Partie physiologique* de cet ouvrage, de faire l'étude chimique des troubles morbides des divers organes, tissus, sécrétions, etc., non pas à propos de chaque maladie en particulier, mais suivant l'ordre naturel des fonctions générales.

Nous plaçant à ce point de vue, nous avons divisé cette Troisième Partie dans les six Livres suivants :

Livre Ier. *Modifications pathologiques de la digestion et des organes digestifs.*

Livre IIe. *Altérations morbides du sang, du chyle et de la lymphe.*

Livre IIIe. *Modifications pathologiques des organes sécréteurs et de leurs produits.*

Livre IVe. *Exsudations et sérosités morbides.*

Livre V^e. *Pathologie du poumon et de la respiration.*

Livre VIe. *Altérations pathologiques des tissus.*

L'ordre que nous avons adopté permettra de comparer les états physiologique et pathologique d'un même organe ou d'une même fonction, et de se rendre d'ailleurs aisément compte, dans chaque cas spécial, des altérations particulières des tissus ou des humeurs qu'il importera de connaître.

J'ai réuni dans cette IIIe Partie un grand nombre de documents ayant tous la prétention, suivant leurs auteurs, d'être la traduction des faits et l'expression même de la vérité. J'ai tâché, parmi les résultats déjà publiés, de faire le choix judicieux qui m'était indiqué par le mérite des auteurs ou la rectitude des méthodes suivies. Mais on se gardera d'oublier, surtout à propos de cet exposé de nos connaissances de chimie pathologique, cette parole de Strambio : *Il dubbio è la bandiera delle scienze che progrediscono*, le doute est le drapeau des sciences qui progressent ; ou celle de notre Montaigne : *Que sais-je !*

LIVRE PREMIER

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DE LA DIGESTION ET DES SUCS DIGESTIFS

Nous nous proposons d'étudier successivement, dans ce Ier Livre, les altérations de la salive, et des sécrétions de l'estomac et de l'intestin, la composition des matières vomies, des flux intestinaux, des fèces et des gaz rendus pendant les maladies.

Les modifications pathologiques de la bile et du suc pancréatique sont renvoyées au Livre IIIe.

CHAPITRE PREMIER

ALTÉRATIONS PATHOLOGIQUE DE LA SALIVE

§ 1. — SALIVE PATHOLOGIQUE.

On ne connaît presque rien de certain sur les altérations de la salive pendant les maladies. On sait seulement que sa quantité, sa fluidité, sa densité, sa réaction alcaline ou acide peuvent varier; mais des données bien précises manquent sur ces divers points.

La salive change de quantité, et sans doute de composition, sous l'influence de certains troubles pathologiques ou moraux. La frayeur, les émotions vives, la font quelquefois disparaître. Elle se produit, au contraire, abondamment à la vue ou à la pensée de certains objets, sous l'influence de beaucoup de corps sapides, dans les angines, les parotidites, etc. Cette humeur, d'après ce que nous connaissons de l'influence des divers nerfs sur les sécrétions normales qui s'écoulent dans la bouche, ne peut avoir la composition de la salive mixte; elle ne paraît pas, quand elle est

sécrétée en excès, contenir de sulfo-cyanure de potassium. D'ailleurs, la consistance et la densité des salives abondantes deviennent moindres.

Légèrement alcaline à l'état normal, la salive peut devenir acide[1], comme dans le muguet; elle peut contenir de l'urée, des pigments biliaires, etc.

La salive prend souvent une odeur fétide au contact des gaz de la bouche dans la gingivite, le scorbut, la salivation mercurielle, et quelquefois dans les simples embarras gastriques, ou bien lorsque, par leur séjour dans la cavité buccale, des restes d'aliments, ont subi un commencement de fermentation *butyrique* ou *lactique*, probablement sous l'influence des végétations parasitaires que l'on trouve toujours sur la langue et les dents. Les acides résultant de ces fermentations peuvent agir sur les dents et contribuer à en produire la carie[2].

La salive des *hydrargyrisés*[3] est alcaline et très-riche en mucus. Elle est plus chargée de principes fixes, et spécialement de graisses, que la salive normale. Elle ne contient de mercure que dans les cellules d'épithélium qu'elle tient en suspension. La partie filtrée n'en donne jamais. Wright a trouvé le liquide de la salivation mercurielle ainsi composé pour 1000 grammes :

Eau.	974.12	990.9
Albumine et albuminates alcalins. . . .	7.77[4]	0.6
Mucus, cellules.	3.65	3.8
Acides gras.	6.74	0.4
Lactates, phosphates, chlorures alcalins.	7.55	2.4
Ptyaline..	»	1.9
	999.83	1000.0

Nous avons dit, à propos de la *salive physiologique*, que lorsqu'on soumet un malade au traitement par les iodures ou bromures alcalins, ces sels passent rapidement dans la salive, avant même qu'on ne puisse en constater la présence dans les urines. Ils remplacent alors dans le liquide salivaire, une certaine quantité des chlorures alcalins normaux.

[1] Elle est presque toujours un peu acide chez les enfants à la mamelle en bonne santé.
[2] MAGITOT. *Mém. soc. de biolog.* pour 1866.
[3] Il peut s'en écouler plusieurs litres en 24 heures.
[4] Ce nombre se rapporte à *ptyaline, mucus* et *cellules*.

Quelques auteurs ont avancé que dans le *diabète* la salive parotidienne pouvait contenir de l'acide lactique et devenir acide. Le sucre qu'on y rencontre existerait, d'après Cl. Bernard, seulement dans le mucus bronchique qui se mêle à la sécrétion buccale.

Lorsque sous l'influence de la fermentation des matières amylacées ou animales la salive s'est acidifiée, elle peut alors laisser se développer le ferment spécial du *muguet* formé de sporules ovoïdes et de filaments en général confervoïdes et contournés en croissant.

Dans la *maladie de Bright*, ou chez les animaux auxquels on a lié les uretères, on peut, dans la salive, constater la présence de l'urée. Les matières minérales y existent en quantité moindre qu'à l'état normal.

La salive des *chlorotiques* serait, d'après Lhéritier, très-appauvrie en matières organiques et minérales.

Dans les *phlegmasies*, la quantité de matières organiques de la salive peut atteindre le double de son chiffre normal. Le poids de ses sels est aussi légèrement accru.

A la vue ou à la pensée de certaines substances qui causent du degoût, *chez quelques hystériques*, *chez les aliénés*, il se fait souvent une abondante salivation. D'après le docteur Stark, ce liquide peut être tantôt aqueux, coulant, tantôt, au contraire, visqueux et filant. Dans le premier cas, Stark pense qu'il est sécrété sous l'influence de l'excitation du trijumeau et du facial, dans le second, qu'il est dû à l'irritation du sympathique. Ces observations sont en rapport avec les expériences physiologiques de Cl. Bernard.

Les *crachats salivaires* dits *crachats séreux* sont surtout dus à de la salive parotidienne mêlée d'une matière visqueuse. Nous en parlerons au Livre V^{e}.

Si la salive normale vient à s'écouler hors du tube digestif, soit d'une manière intermittente, comme dans certaines affections nerveuses, soit à la suite d'un traumatisme de la face, la digestion peut en être profondément troublée. Ces faits s'expliquent par le rôle que joue la salive dans la digestion des matières amylacées.

On a signalé une fois la leucine dans la salive des hystériques. Elle peut, dans les maladies du foie, contenir des pigments biliaires.

Les altérations ou l'absence de la ptyaline dans la salive mixte, si elles étaient démontrées, pourraient conduire peut-être à l'explication de certains troubles encore obscurs de la digestion.

§ 2. — CONCRÉTIONS SALIVAIRES.

On peut trouver dans les canaux ou dans la trame des glandes salivaires (surtout dans la glande *sous-maxillaire*) des concrétions, tantôt sablonneuses, tantôt formant de véritables calculs lisses ou hérissés de pointes. Elles présentent souvent un petit noyau plus foncé. Leur masse est translucide ou opaque; leur cassure semi-cristalline. Ces calculs salivaires se formeraient surtout, d'après Cl. Bernard, par la décomposition des bicarbonates terreux de la salive. D'après Lehmann, ils proviendraient du dépôt de sels de chaux primitivement combinés, dans la salive, à des matières organiques.

Les acides attaquent rapidement les calculs salivaires et laissent une masse amorphe dénuée de *leptothrix* et d'*épithéliums*, et probablement de nature muqueuse.

Nous donnons ici quatre analyses de ces concrétions salivaires :

	Humbert.	Grassi.	Wright.	
Phosphate de chaux.	66.70	80	4.1	5.0
Carbonate de chaux.	11.30	15	81.3	79.4
Matière animale.	20.00	5	7.1	8.5
Magnésie, oxyde de fer, chlorure et sulfates alcalins.	2.00	»	6.2	4.8
Eau et pertes.	»	»	1.3	2.3
	100.00	100	100.0	100.0

Voici encore l'analyse[1], d'un calcul amorphe des conduits salivaires. Il était blanc jaunâtre, sans noyau central. Il contenait :

Eau.	11.31
Matières fixes.	88.69

La substance desséchée était ainsi composée pour 100 parties :

Partie soluble dans l'éther (Graisse liquide incolore, à base de glycérine)	1.45
Partie soluble dans l'eau. (Mucus. Acide urique. Sels solubles de potasse et de soude. Chlore).	2.40
Partie insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique, (Phosphate de chaux, etc.).	65.30
Carbonate de chaux.	12.30
Carbonate de magnésie.	7.44
Fer, matières organiques et pertes.	1.11
	100.00

[1] Elle est due à Blas, *Bull. Soc. chim.*, t. XVIII, p. 269.

§ 3. — TARTRE DENTAIRE.

Le dépôt qui se forme entre les dents ou sur les dents, surtout autour de leur collet, est formé d'un enduit gris, jaunâtre, verdâtre ou brun, à texture grenue, contenant des fragments de cristaux asciculaires et des mamelons globuleux réunis par une matière amorphe de nature organique formée sans doute de mucus épaissi. Au microscope on reconnaît dans le tartre des touffes de *leptothrix buccalis* ayant de 5 à 12 centièmes de millimètres de longueur.

On attribue la couleur brune du tartre à l'action de la fumée du tabac, à la décompotition des matières alimentaires et du sang en particulier. La couleur verte de certains de ces dépôts pourrait provenir elle aussi d'une transformation de la même matière colorante du sang et dans ce cas ce pigment vert serait analogue à la *biliverdine*, ou bien il pourrait devoir sa coloration à de la chlorophylle. Le liséré bleu qui se forme sur le collet des dents des ouvriers en cuivre paraît contenir ce métal.

Les acides attaquent le tartre dentaire et le dissolvent avec dégagement de gaz. Il reste une gangue organique amorphe, granuleuse, qui n'est pas du mucus, car elle n'en a pas les propriétés, ainsi que des fragments de *leptothrix* intacts, mais pâlis.

Voici quelques analyses du tartre dentaire dues à Vergnes[1].

	Tartre des incisives.		Tartre des molaires.	
Phosphate de calcium. .	63.88	62.56	55.11	63.12
Carbonate de calcium. .	8.48	8.12	7.36	8.01
Phosphate de fer. . . .	2.72	0.82	12.74	4.01
Silice.	0.21	0.21	0.57	0.38
Sels alcalins.	»	0.14	»	0.31
Matière organique. . . .	24.69	27.98	24.40	24.01

Le tartre ne contient qu'une trace de sels de magnésie.

Les phosphates alcalins de la salive, en agissant sur les sels de fer et de chaux des aliments, précipitent des phosphates de calcium et de fer qui, avec les autres matériaux salivaires et les carbonates d'origine alimentaire, constituent petit à petit le dépôt de tartre.

[1] *Du tartre dentaire*. Paris, 1869, in-8°.

L'*enduit saburral* de la langue aurait-il à peu près la composition du tartre des dents, comme on a cru pouvoir l'avancer? Cela nous paraît fort douteux. Il semble être surtout formé d'épithélium lingual détaché par une active desquamation.

CHAPITRE II

PATHOLOGIE DE LA DIGESTION STOMACALE

§ 1. — SÉCRÉTIONS GASTRIQUES ANORMALES.

On connaît peu les altérations de la sécrétion stomacale pendant les maladies : on sait seulement que toutes les fois qu'il survient un état pathologique qui entrave ou suspend la digestion, le suc gastrique ne se produit plus, tandis que la sécrétion alcaline des glandes muqueuses se continue et tend à prédominer. Cet effet a éminemment lieu quand on a sectionné les pneumo-gastriques. (*Cl. Bernard.*)

Toutefois, dans aucun cas, la muqueuse de l'estomac n'offre la réaction alcaline. Chez les malades ayant succombé à la fièvre typhoïde, aux complications du diabète ou de l'albuminurie, à la phthisie, aux inflammations aiguës du poumon, etc. Andral a toujours trouvé acide la réaction de la muqueuse stomacale.

Dans la maladie à laquelle on a donné le nom de *gastrorrhée*, l'estomac sécrète une quantité anormale de mucus qui peut être rejeté par la bouche. En même temps la muqueuse gastrique exhale une quantité plus abondante de gaz et surtout d'azote.

L'*enduit saburral* que l'on trouve sur la tunique interne de l'estomac dans les embarras gastriques est en grande partie formé de mucus épaissi et d'épithéliums, mais il contient diverses autres substances mal déterminées et demande à être mieux examiné.

Après l'ablation des reins, dit Cl. Bernard, les sécrétions intestinales, et en particulier la sécrétion gastrique, augmentent considérablement et se produisent dès lors non d'une manière intermittente mais d'une façon continue. En même temps, le liquide ainsi sécrété se modifie : au bout de quelques heures il s'enrichit

en sels ammoniacaux que l'on retrouve toujours abondamment dans les matières vomies. Mais le suc gastrique n'en reste pas moins acide et ne perd pas ses propriétés digestives. Ce n'est que lorsque l'animal s'affaiblit que l'urée commence à s'accumuler dans le sang.

Dans l'*ischurie*, les vomissements supplémentaires de l'excrétion imparfaite ou nulle des urines se produisent comme après la néphrotomie. Chez une femme de quarante ans, atteinte de contracture des membres supérieurs et inférieurs gauches, qui ne donnait en moyenne, depuis plusieurs mois, que $2^{gr},5$ d'urine par jour, et 1 litre à 1 litre et demi de liquide vomi, M. Secouet, aidé de M. Grehant, a trouvé $3^{gr},699$ d'urée pour 1460 cent. cubes de matières vomies. Les 22 cent. cubes représentant les urines totales du même jour, donnèrent $0^{gr},179$ d'urée seulement. Le sang en contenait la quantité normale.

Dans l'*ischurie hystérique*, les liquides vomis contiennent souvent de l'urée, et prennent même, dit-on, l'odeur urineuse[1]. M. Fontreaux a trouvé de 1 à 2 grammes d'urée dans les matières vomies en 24 heures chez une hystérique qui souffrait en même temps d'une abondante diarrhée. Les urines, dans le même laps de temps, n'en donnaient que $4^{gr},5$. Chez un malade observé par M. Charcot, la moyenne des urines de 12 jours a été de 206 grammes; M. Gréhant constata à l'analyse qu'elles contenaient pour cette quantité $3^{gr},095$ d'urée. Dans ce laps de temps, la moyenne des vomissements fut de 362 grammes par jour, renfermant $2^{gr},138$ d'urée. En général, dès que reparaît l'urine, l'urée diminue notablement dans les liquides de l'estomac.

Dans l'*urémie*, les sucs sécrétés par la muqueuse gastrique deviennent alcalins. Ils doivent cette propriété au carbonate d'ammoniaque, signalé déjà par Cl. Bernard et Barreswil dans le liquide stomacal des chiens néphrotomisés, ainsi qu'à leur mélange presque constant avec la bile. On trouve aussi de l'urée dans les matières des vomissements urémiques et dans la simple rétention d'urine[2].

D'après M. Bouchard, l'urée qui est normalement contenue dans le sang, existerait toujours dans le suc gastrique et dans les ma-

[1] Voir à ce sujet de *l'oligurie et de l'anurie hystériques*. C. Fernet, *Union médicale*. Paris, 1873, t. I, p. 566.
[2] Nysten, *J. ch. méd.*, t. III, p. 257.

tières vomies. Le sang donnant en moyenne à l'analyse 0gr,16 d'urée par litre, les 520 cent. cubes constituant sa partie séreuse contiennent donc cette quantité d'urée par décimètre cube, soit 31 centigrammes par litre. C'est aussi cette proportion qui, d'après cet auteur, doit se trouver dans le suc gastrique normal[1].

D'après cet auteur, on trouvera donc toujours de l'urée dans les matières vomies, mais en quantité très-variable et proportionnelle, en général, à celle qui existe dans le sang.

Nous extrayons du travail de M. Juventin[2] les nombres suivants relatifs à la quantité d'urée contenue dans les vomissements de quelques malades :

MALADIE	VOLUME DU VOMISSEMENT	URÉE PAR LITRE DE VOMISSEMENT	QUANTITÉ D'URÉE DANS L'URINE DE 24 HEURES	OBSERVATIONS
Fièvre typhoïde.	100cc	trace	trace	Femme de 20 ans.
»	430	faible trace	5gr,60[3]	La même, 12 jours après; mort dans la soirée.
Rougeole.	140	0,557	27[4]	4e jour de la maladie.
Péritonite puerpérale.	500	0,230	13,20[5]	Vomissements porracés albuminuriques.
Hystérie.	222	0,464	28,9	Vomissements tous les 2 jours. Paraplégie.
La même ; 2 jours après. .	810	0,294	24,2	
La même ; 3 jours après. .	1070	0,568	8,1	Id.
La même; le lendemain. .	385	0,525	28,6	Id.
La même ; jour suivant. .	275	0,819	19,6	Les vomissements ont eu lieu tous les jours précédents.
La même; 1 jour après. .	285	0,789	7,5	Id.
La même; 8 jours après. .	520	2,077	15,2	Id.
La même; le lendemain. .	385	0,252	13,3	Id.
Hystérie. — Autre sujet.. . .	300	0,363	»	Vomissements arrivant après chaque repas.
La même ; le lendemain. .	300	0,005	»	Id.
La même ; le lendemain. .	200	0,507	»	Id.

[1] Pour doser l'urée dans les matières vomies M. Bouchard les passe au tamis, mesure le volume du liquide, le neutralise par du bicarbonate de soude, le précipite par une solution d'acétate basique de plomb, ajoute de l'acide sulfurique pour enlever l'excès de ce dernier sel, et de la potasse tant qu'il y a réaction acide, filtre, concentre au bain marie et dose l'urée, dans l'extrait, par le réactif de Millon.

[2] *Thèse de Paris*, 1874, n° 61, p. 32 et suiv. Nous donnons ces nombres faute d'autres documents et quoiqu'ils ne présentent peut-être pas toutes les garanties désirables.

[3, 4, 5] Ces nombres sont relatifs au poids de l'urée par *litre d'urine*.

On voit que le rapport entre l'urée contenue dans les matières vomies et celle de l'urine, pour un même volume des deux liquides, est loin d'être constant.

Quand la diarrhée coïncide avec les vomissements, l'urée diminue très-sensiblement dans les matières vomies et dans l'urine.

Dans les *digestions pénibles* ou les indigestions, il se forme dans l'estomac des produits acides (*acides acétique, butyrique, lactique*), et des gaz, tout spécialement de l'acide carbonique et de l'azote. Il en est encore de même dans les catarrhes de l'estomac.

Dans quelques *dyspepsies* les quantités d'acide libre et de pepsine du suc gastrique peuvent être trop faibles et insuffisantes pour la digestion, On pourra quelquefois éclairer la nature de la maladie en dosant l'acidité des matières vomies.

A la suite de *violents efforts de vomissements*, ou pendant les maladies catarrhales, il se produit, à travers le pylore, un écoulement anormal de la bile qui suspend ou entrave quelque temps l'activité du suc gastrique.

Dans le *diabète*, on a quelquefois signalé le sucre dans les matières des vomissements.

§ 2. — DES MATIÈRES VOMIES.

On peut trouver dans les matières des vomissements :

1° Des *substances alimentaires et des boissons intactes* ou transformées en partie ;

2° Du suc gastrique plus ou moins normal ;

3° Du mucus stomacal ;

4° De la bile, de l'urée, etc. ;

5° Dans quelques cas rares, du sang, du pus, des sérosités albumineuses, des matières cancéreuses, fécales, etc.

Vomissements de matières alimentaires. — Ils se produisent pendant le travail digestif. Toutefois il peut arriver que les matières vomies ne soient, dans ce cas, composées que de glaires muqueuses comme dans certaines gastralgies.

Il peut être utile d'examiner, dans les vomissements, ce que sont devenus les principes alimentaires principaux tels que l'amidon, les matières protéiques, les graisses. Il est bien difficile en

effet, de dire au simple aspect des matières vomies, quelles sont les modifications normales ou anormales subies par les divers aliments. Il vaut mieux recourir à l'étude spéciale des produits de transformation de leurs éléments nutritifs.

On sait que la saccharification de l'*amidon* commence dans la bouche avec la salive, s'arrête dans l'estomac, et ne reprend que dans la partie du tube digestif où reparaît l'alcalinité ou même la neutralité du milieu. Aussi les matières vomies examinées au microscope donneront-elles toujours une coloration bleue ou violacée, par la teinture d'iode, partout où se trouveront des globules amylacés n'ayant pas subi d'altération.

Il n'est pas aussi aisé de démontrer la présence du sucre dans le chyme. Pour l'y reconnaître, après l'avoir filtré et l'avoir neutralisé avec de la soude, on le met à fermenter avec de la levûre de bière qui donne une quantité d'acide carbonique correspondant au sucre formé. On peut aussi suivre la méthode plus précise de Lehmann : elle consiste à évaporer à sec, sur un excès de sable, le chyme filtré et neutralisé, et à reprendre ce résidu par de l'alcool environ à 50 degrés centésimaux, pour dissoudre le sucre. Cette solution étant mélangée de potasse alcoolique donne, si elle contient du glucose, un dépôt gommeux adhérant au verre. On lave à l'alcool fort cette matière visqueuse, et après l'avoir redissoute dans l'eau, on peut déterminer dans la solution la présence du sucre et le doser au moyen du réactif cupro-potassique.

Les corps protéiques dérivant de la digestion des matières albuminoïdes devront être déterminés comme nous l'avons dit à propos de la digestion stomacale. Nous avons indiqué déjà avec quelque détail comment on peut étudier et même séparer en partie les substances diverses auxquelles on a donné le nom générique de peptones (Voir t. I, p. 397 et suiv.).

L'odeur d'hydrogène sulfuré ou l'odeur putride, lorsqu'elles se dégagent du chyme, indiquent en général un vice dans la dissolution des matières albuminoïdes. Il est douteux que l'on doive toujours, dans ces cas, admettre la pauvreté du suc stomacal en acide gastrique, quoique Spallanzani ait démontré que l'acidité communique à ce suc des propriétés antiputrides.

Les *corps gras* ne sont pas altérés dans l'estomac, et l'existence dans les matières vomies des acides gras peu volatils tels que l'acide butyrique, ou même l'acide lactique, ne peut provenir

que de la fermentation anormale des matières amylacées et des sucres fournis par l'alimentation.

Vomissements de suc gastrique. — Si le liquide vomi ou régurgité est dénué d'odeur putride ou nauséeuse, mais possède un goût et une réaction très-acide, on peut dans ce cas supposer que la matière rendue par le vomissement n'est que du suc gastrique normal. Toutefois, pour conclure, il sera bon d'en déterminer l'acidité au moyen d'une liqueur alcalimétrique et d'y doser autant que possible la pepsine. Pour cela, on laisse vingt-quatre heures séjourner, suspendu dans ce liquide maintenu à 37°, un cube de blanc d'œuf coagulé, et l'on note le poids qu'il a perdu dans ce laps de temps. On fait la même opération avec une solution pauvre et dosée de pepsine, que l'on amène préalablement au degré acidimétrique du liquide essayé. On admet que, dans ces conditions d'acidité égale, les poids d'albumine coagulée rendue soluble dans les deux cas, sont proportionnels à la quantité de pepsine dissoute ou à sa puissance digestive totale. Ce n'est du reste là qu'une méthode de comparaison et d'approximation.

Vomissements bilieux. — Il existe très-souvent de la bile dans les liquides vomis, mais plus spécialement dans ceux qui se produisent dans les embarras gastriques, l'ictère, les péritonites, l'hépatite. Les vomissements contenant de la bile sont en général colorés en vert et de goût amer. Cette coloration peut être masquée par les aliments qui donnent un chyme brun, tels que le sang par exemple. Les vomissements biliaires contiennent toujours des mucosités et sont en général alcalins.

Pour démontrer l'existence de la bile dans les matières vomies, on les tamise, et l'on additionne le liquide d'acétate de plomb. Le précipité lavé est évaporé avec du carbonate de soude, le résidu est traité par de l'alcool; la partie soluble dans ce dissolvant est évaporée, et la solution aqueuse est essayée avec le réactif de Pettenkoffer. A 3 centimètres cubes de la liqueur concentrée on ajoute 2 centimètres cubes d'acide sulfurique ordinaire, puis une goutte de solution aqueuse de sucre de canne au 10e, et l'on chauffe à 70°. S'il y a des acides biliaires il se produit une belle teinte violette.

Souvent dans les vomissements bilieux mélangés de suc gastrique, se trouvent des flocons verdâtres en suspension, en partie formés par les acides de la bile insolubles dans l'eau, et que

l'acide du suc gastrique a mis en liberté. Ces flocons sont quelquefois simplement dus à du mucus coloré par les pigments biliaires. On peut aussi rencontrer dans ces vomissements des cristaux de taurine. Enfin, on y a signalé les spores du *cryptococus cerevisiæ* (*Kützing*) et des *sarcines* (*Robin* et *Charcot.*)

Vomissements muqueux et mucoso-purulents. — Dans certaines ulcérations simples de l'estomac, dans quelques gastrites aiguës ou chroniques, dans quelques cas d'hystérie, le liquide vomi est alcalin, glaireux, incolore ou grisâtre, souvent mélangé de flocons; son goût est fade. Cette matière est formée d'un mucus supersécrété, dans un état presque normal, mêlé de granulations grises et de cellules épithéliales. Ce liquide ne se coagule pas par la chaleur et donne, par l'acide acétique, des flocons striés. Il peut contenir une trace de bile. La plupart des vomissements nerveux sont de cette nature.

Si la gastrite fait des progrès, si l'estomac s'ulcère, de nombreux leucocythes apparaissent dans les matières vomies qui, du reste, deviennent dès lors coagulables par la chaleur.

Vomissements pituitaires. — Souvent à jeun, et spécialement le matin, les individus qui fument ou boivent beaucoup, rendent, par régurgitation ou vomissement, un liquide quelquefois filant, demi-transparent, presque dénué de goût et d'acidité, pouvant dans certains cas se mélanger de flocons ou de mucus glaireux, ou bien être tout à fait clair et fluide. Ce liquide paraît formé de salive avalée par déglutition et que l'excitation chronique de la bouche, fait s'écouler dans l'estomac pendant le sommeil. Frerichs notamment a fait voir qu'on pouvait quelquefois y démontrer la présence des sulfocyanures caractéristiques de la sécrétion des glandes salivaires.

Au microscope, on y observe des flocons de mucus, striés ou grenus, des petits amas de granulations moléculaires grisâtres, ainsi qu'un certain nombre de cellules épithéliales prismatiques (*Robin*).

Ce liquide est alcalin, neutre, ou légèrement acide.

Valentiner fait remarquer que lorsque l'estomac digère difficilement les matières amylacées, il peut y avoir, dans certains cas, vomissement d'un liquide muqueux, analogue d'aspect à celui des régurgitations pituitaires, mais qui en diffère entièrement par sa composition.

Vomissements de sang, vomissements noirs. — Quand le sang est rendu abondamment et sans avoir eu le temps d'être digéré, la couleur des vomissements et la détermination des hématies au microscope le caractérisent suffisamment. On peut, du reste, toujours rechercher le sang dans les matières vomies, par la même méthode que dans les *urines pathologiques*. (Voir Livre IIIe.)

Dans le cas d'ulcère stomacal cancéreux ou inflammatoire, dans certaines fièvres graves, telles que la fièvre typhoïde ou la variole, et surtout dans la fièvre jaune, le sang extravasé dans l'estomac, en partie coagulé par le suc gastrique, en partie digéré, forme un magma ayant l'aspect de chocolat, de marc de café, de suie. Snr les petites masses mélaniques qui lui donnent cette apparence, et surtout dans leur partie centrale, on peut reconnaître au microscope des globules sanguins déchiquetés et des granulations irrégulières, nageant dans un liquide muqueux, d'odeur et de saveur aigres, et que coàgulent la chaleur et l'acide acétique.

Dans les cas où la présence du sang dans les matières vomies resterait douteuse, il faudrait le caractériser par la production des cristaux d'hématine. On opérerait pour cela, comme nous l'avons dit en parlant du sang (t. I, p. 478).

Vomissements purulents. — Quand l'estomac est le siége d'un cancer ulcéré, ou lorsque le liquide d'un abcès de la trachée, du pharynx, etc. s'est épanché dans ce viscère, le pus peut exister dans les matières vomies. On le reconnaît au microscope à ses caractères ordinaires (Voir *Exsudat purulent*. LIVRE IVe). Le plus souvent le pus est mélangé d'un mucus filant, visqueux, jaunâtre, opaque. Les matières vomies filtrées sont alcalines et coagulables par la chaleur.

Vomissements de matières fécales. — Dans l'iléus, quelquefois dans la péritonite, dans le cancer stomacal, il peut y avoir vomissements de matières fécales. L'aspect et l'odeur suffiront, en général, à déterminer l'existence de ces détritus dans les liquides vomis. On peut y démontrer aussi la présence de la bile, en se rappelant toutefois que de jaune et fluide, celle-ci devient brune et s'épaissit dans les parties inférieures du tube digestif. On doit observer encore que, dans ces portions terminales de l'intestin, les acides biliaires sont devenus insolubles dans l'eau en se transformant en dyslysine ($C^{24}H^{36}O^{3}$) substance qui ne se dissout que dans l'éther. (Voir t. II, p. 106.) Si dans les matières vomies on soup-

çonne la présence des fèces, on pourra donc, après les avoir desséchées, les reprendre par l'éther, évaporer la solution éthérée, et faire bouillir le résidu, une heure environ, avec une solution alcoolique de potasse qui transformera la dyslysine en cholalate potassique. Si l'on traite alors par l'eau, on obtiendra une solution d'où l'on précipitera l'acide cholalique par l'acide chlorhydrique. En évaporant et séchant ce précipité, reprenant par l'éther et évaporant encore, on obtiendra un résidu qui, traité par une petite quantité de potasse ou de soude se dissoudra dans l'eau et servira à déterminer la bile par la réaction de Pettenkoffer rappelée ci-dessus.

Lassègne a trouvé de l'acide lactique dans les vomissements du cancer de l'estomac.

Vomissements de la péritonite. — Heller[1] a analysé les vomissements verts rendus par une femme de 20 ans atteinte de péritonite. La liqueur acide ne contenait ni acide acétique, ni acide chlorhydrique. Le liquide vomi était exempt d'albumine. Sa densité était de 1,006. Il avait la composition suivante :

Eau.	990.50
Corps gras.	0.24
Extrait aqueux.	1.30
Matière colorante de la bile avec quelques autres substances solubles dans l'alcool.	5.38
Sels minéraux.	3.75

Les sels mineraux étaient ceux du suc gastrique ordinaire : chlorures de sodium et de calcium; phosphates alcalins et terreux; sulfate de potasse.

On a signalé la présence de l'albuminate de soude dans les vomissements de la péritonite.

Vomissements cholériques. — Les matières vomies sont liquides dès le début; elles contiennent des restes d'aliments imparfaitement digérés, et leur réaction est le plus souvent acide; mais après deux ou trois vomissements, elles deviennent neutres ou alcalines[2].

Le liquide des vomissements cholériques a une densité qui varie de 1,006 à 1,020. Laissé au repos, il donne un liquide muqueux qui surnage, et une partie blanchâtre ou blanc jaunâtre où le microscope décèle, outre quelques restes d'aliments, des granula-

[1] Cité par Becquerel et Rodier, *Chimie patholog.*, p. 479.
[2] Bouchardat, *Journ. de l'Institut*, 1848, p. 302. Voir aussi Brusberger, *Virchow's Archiv.* 1867, p. 296.

tions libres, des épithéliums, des grains riziformes, des flocons d'albumine coagulée, des globules muqueux et de petites masses de mucus, enfin dans la plupart des cas, des vibrioniens. Si l'on filtre les matières vomies, le papier retient de 2 à 11 pour 100 des substances insolubles précédentes. La liqueur contient tantôt une trace de corps albuminoïdes, tantôt une quantité qui peut s'élever jusqu'à 3 pour 100 ; on y trouve aussi de l'urée et de 0,2 à 0,6 pour 100 de sel marin. A mesure que l'attaque s'éloigne du début, la quantité de matériaux dissous diminue.

L'urée varie dans ces vomissements. Voici quelques nombres empruntés à la thèse de M. Juventin, citée plus haut[1], qui montrent que l'urée peut y exister en quantité moindre qu'à l'état normal :

	Volume du vomissement.	Urée par litre de mat. vomie.	Urée par litre d'urine.
Choléra datant de 2 jours.	1800	0.047	2.25[2]
— le lendemain.	740	0.176	»
— le lendemain.	150	0.227	5.80
Autre malade. Déclin de la maladie. .	350	0.431	»
— le lendemain.	300	0.293	6.55
— le lendemain.	205[3]	0.160	»

Nous voyons que, dans ces deux cas au moins, l'urée, loin d'être en quantité surabondante dans les vomissements cholériques, y est presque toujours en proportion inférieure à la normale. Les urines totales en contenaient aussi une très-faible proportion, ce qui s'explique par l'arrêt des fonctions du globule sanguin durant cette grave affection.

Voici deux analyses de ces vomissements dues à Becquerel :

	Vomissements du milieu de l'attaque. Homme de 23 ans. Réaction acide. Densité = 1,006.	Vomissements au commencement de la réaction. Homme de 50 ans. Réaction neutre. Densité = 1,012.
Eau.	991.02	967.18
Parties solubles dans 1000gr de liquide filtré.	7.04	26.31
Albumine dans 1000gr de liquide filtré. .	impondérable	5.11
Chlorure de sodium.	3.08	4.00
Matières en suspension restées sur le filtre.	1.94	6.21

[1] Nous les donnons en faisant les mêmes réserves que ci-dessus p. 284.
[2] Quelques centimètres cubes d'urine seulement furent retirés par la sonde. Les matières fécales ne contenaient pas d'urée.
[3] A partir de ce jour le malade ne vomit plus et guérit.

CHAPITRE III

SÉCRÉTIONS ET SELLES PATHOLOGIQUES. — CONCRÉTIONS INTESTINALES

Nous examinerons successivement dans ce chapitre les selles pathologiques, les concrétions intestinales et les gaz rendus pendant les maladies.

Les variétés d'aspect, de couleur, d'odeur, d'état physique des selles rendues par les malades, leur composition, la présence de tels ou tels principes anormaux, peuvent souvent donner de précieuses indications au médecin. Dans certains cas, en effet, on trouve dans les excréments des matériaux qui n'y existent pas, ou seulement qu'en très-minime proportion, dans l'état de santé. Ces substances leur communiquent un aspect ou des propriétés toutes spéciales qui permettent souvent d'établir un diagnostic précis : telles sont le sang, le pus, les graisses, l'urée. Mais on rencontre aussi dans les selles morbides, et dans la plupart des cas, les détritus mêmes qui constituent les excréments normaux, tels que : résidus de matières alimentaires et leurs dérivés : *leucine*, *tyrosine*, *peptones*... ; globules de graisse, cellules d'amidon, mucus, matériaux de la bile : *acides libres*, *pigments*, *dyslysine*, *taurine;* granulations albuminoïdes : cristaux formés d'acide gras, de phosphates terreux, de phosphate ammoniaco-magnésien grains de carbonate ou de phosphate de chaux non assimilés. Enfin presque toujours des infusoires accompagnés de leurs œufs ou de leurs sporules.

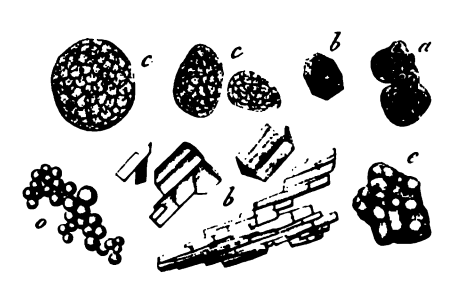


Fig. 48. — Matières diverses pouvant être observées dans les excréments normaux ou pathologiques.

La figure 48 donne les formes habituelles d'un certain nombre

de ces résidus divers que l'on peut rencontrer dans les excréments normaux ou pathologiques. Les masses arrondies *o* sont tantôt très-réfringentes, ce sont alors des *corps gras*, tantôt opaques, *granulations de carbonate de chaux ou de phosphate calcaire; a* est une collection d'œufs d'entozoaires; *b*, *b*, sont des *cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien :* on en voit cinq formes diverses dans la figure 48; *c*, *c*, sont des masses ayant l'aspect d'un fragment de caillot de sang : on voit les globules surtout dans la masse arrondie de haut à gauche; *e*, sont des masses amorphes, foncées, probablement des résidus alimentaires.

Nous allons dire, tout de suite, ce que l'on sait de la nature des matières spéciales aux selles morbides Nous décrirons ensuite les selles des diverses maladies, telles que le choléra, le typhus, la dysenterie, l'ictère, etc., où les déjections alvines ont été étudiées.

Présence de matières spéciales dans les selles. — *Selles riches en graisses.* — Dans les maladies du pancréas, ou lorsque la bile ne peut plus s'écouler librement dans l'intestin, la surface des excréments se recouvre d'une espèce de suif qui leur donne une couleur blanchâtre. Ces matières décolorées sont formées de graisse non absorbée par les villosités de l'intestin, et de lobules de tissu adipeux auxquels adhèrent de petites masses musculaires non encore digérées. Ces mêmes caractères se rencontrent dans les selles de quelques dyspeptiques. Dans les cachexies, la phthisie, on peut rencontrer, dans les selles, des matières grasses sous forme d'amas lenticulaires, de gouttelettes, de cristaux, ou de concrétions.

On trouve aussi dans les fèces des jeunes enfants à la mamelle beaucoup de graisse provenant du lait.

La présence d'une quantité notable de matières insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, aisément fusibles, en général de couleur blanche, saponifiables par les bases qui donnent avec elles de la glycérine, indique que les fèces contiennent des corps gras en quantité anormale. Les graisses ont le plus souvent sous le microscope l'aspect de globules arrondis et très-réfringents, tels que ceux représentés fig. 48, *o*.

Selles contenant de l'urée et de l'alloxane. — L'urée se trouve quelquefois dans les matières fécales; l'on peut s'attendre à l'y rencontrer chaque fois que l'excrétion urinaire étant entravée, la secrétion intestinale tend à la suppléer (*Cl. Bernard*). Mais sauf les cas où l'évacuation des selles est très-rapide, comme dans le

choléra, l'urée peut se transformer dans l'intestin en carbonate d'ammoniaque. C'est ce qui a spécialement lieu dans l'urémie ; toutefois dans cette maladie on trouve souvent de l'urée dans les voies digestives. On en a signalé de 2,30 à 3,20 pour 100 dans les selles des albuminuriques.

Liebig a le premier observé la présence de l'alloxane $C^4H^2Az^2O^4$ dans une évacuation muqueuse alvine. Cette remarque est importante à cause des rapports de ce corps avec l'acide urique qui n'a pas encore été rencontré dans l'intestin.

Selles ammoniacales. — L'ammoniaque et son carbonate n'existent pas dans les selles normales, suivant Berzelius, Mais d'après Chalvet, dans beaucoup de maladies graves (uremie, fièvres éruptives, typhus, etc.), les matières fécales peuvent subir la fermentation ammoniacale même avant leur sortie du tube digestif.

Leucine; tyrosine; indol dans les fèces. — Ces substances, spécialement les deux dernières, se retrouvent le plus souvent dans les matières fécales. Il serait difficile de dire aujourd'hui quelle est la signification et l'importance de leurs variations. Kühne les a signalées dans les selles diarrhéiques rougissant par l'eau chlorée.

Bile en excès ou en défaut dans les fèces. — La bile accompagne souvent les diarrhées abondantes, et la rapidité même du passage du liquide à travers l'intestin fait que le suc biliaire n'a pas le temps d'être transformé et garde sa couleur verdâtre. Le calomel, les eaux minérales ferrugineuses, donnent aux excréments cette même couleur. (Voir plus bas *Selles vertes*, et *Selles du calomel.*)

Une trop faible quantité de bile, où même son absence, se reconnaît à ce que les fèces prennent une couleur blanchâtre due aux substances grasses non absorbées. Cet état des matières fécales est rapidement suivi de l'amaigrissement du sujet, et l'on doit pour maintenir constant le poids du corps, augmenter notablement la nourriture du malade.

Albumine et mucus dans les fèces. — Dans le typhus, la dysenterie, le choléra, les fèces contiennent de l'albumine soluble ou en partie soluble. Nous en parlerons plus loin. Les déjections alvines albumineuses présentent souvent, comme le suc pancréatique, la propriété de se colorer en rouge rosé par l'eau de chlore.

Le mucus, qui se trouve toujours dans les matières fécales, augmente très-notablement dans les catarrhes de l'intestin, et dans les affections hémorrhoïdales. Suivant Ch. Robin, il affecte deux formes :

tantôt il est fluide, tantôt il est concret. Le mucus liquide, demi-fluide, et peu tenace, se présente sous le microscope en flocons finement striés entre lesquels se voient des granulations graisseuses, des leucocythes, et des cellules épithéliales desquamées. Le mucus concret forme des filaments ou des espèces de pseudo-menbranes blanchâtres, disposées en rubans ou en tubes, ayant l'aspect strié. L'acide acétique rend cette apparence plus sensible. On y reconnaît aussi de l'épithélium prismatique mal développé.

Selles sanguinolentes. — Suivant l'aspect et l'état du sang dans les selles on peut indiquer souvent le lieu et la cause de l'hémorrhagie.

Si le sang provient d'hémorrhagies stomacales, il présente les caractères particuliers que nous avons décrits à propos des *vomissements sanglants*. Il est noirâtre ou brunâtre, ses globules sont en partie digérés et déchiquetés. Si le sang provient de l'intestin, avec altérations diverses de la muqueuse, comme dans la fièvre typhoïde et les fièvres graves, il sera mêlé en général aux matières fécales et formera avec elles une bouillie couleur marron ou quelquefois simplement des stries. Dans tous les cas, le sang sera facile à reconnaître à l'œil nu, ou par l'emploi du microscope. La fig. 48, *c*, *c* montre l'aspect des caillots sanguins ayant subi dans l'intestin un commencement d'altération. Dans les hémorrhagies abondantes, telles que les ruptures d'anévrysmes, ou dans les flux hémorrhoïdaux, le sang arrive presque toujours à peine mêlé aux matières fécales et d'une couleur rouge foncé presque noirâtre. Dans les ulcérations du gros intestin les stries sanglantes seront aussi faciles à reconnaître.

S'il restait des doutes, même après l'emploi du microscope, il serait toujours facile de préparer les cristaux de chlorhydrate d'hématine en agissant avec les matières fécales comme pour la recherche du sang dans les urines.

Selles contenant du pus. — Le pus accompagne souvent le sang dans les selles. Il apparaît en général quand il y a ulcération intestinale. Il est alors en petite quantité, soit sous forme de stries grisâtres, soit mêlé aux fèces et formant avec elles une bouillie. S'il y a dans l'intestin ouverture d'un abcès du péritoine, du foie, de la rate, des ovaires, des ligaments larges, etc., le pus peut être excrété à l'état presque pur. On le reconnaîtra toujours à ses caractères microscopiques. Les matières fécales purulentes délayées

dans l'eau et filtrées donneront une solution albumineuse coagulable par la chaleur et par l'acide nitrique.

Selles vertes. — On sait que dans les inflammations du tube digestif, et le plus souvent chez les jeunes enfants quand il y a diarrhée, les selles peuvent prendre une couleur vert poireau. Plusieurs auteurs disent avoir vainement recherché les pigments biliaires dans ces déjections ou n'en avoir trouvé que des traces (*Golding-Bird*). Franke pense que cette matière verdâtre est un produit sécrété par la muqueuse intestinale et l'analogue du mucus de même teinte qui peut être sécrété dans les blénorrhagies, et dans quelques vaginites.

On sait aussi que l'on observe des selles verdâtres après l'administration du calomel. La matière colorante de ces déjections vertes paraît être quelquefois, mais pas toujours, la biliverdine. (Voir plus loin : *Selles du calomel*).

Selles à microzoaires et microphytes. — Les microzoaires et les microphytes ne sont pas rares dans les selles morbides. On peut dire que, dans les déjections liquides, ils existent toujours, en quantité considérable. La fig. 48, *a* montre l'aspect que présente souvent sous le microscope les petites collections de leurs œufs. (Voir plus loin, *Selles de la diarrhée.*) Lorsque la maladie est contagieuse ou susceptible de devenir épidémique, ces infusoires peuvent revêtir des caractères spécifiques. Depuis longtemps déjà Leeuwenhoeck avait constaté la présence de vibrions dans les selles dysentériques ou simplement diarrhéiques. Lebert, Davaine, Robin, ont confirmé ces observations. On y rencontre presque toujours des *gregarines*, organismes présentant la forme d'une simple cellule à membrane nue, qui pullulent dans les intestins des animaux, surtout des animaux inférieurs, même pendant l'état de santé. Dans les selles des typhisés et des cholériques[1], Dujardin et Davaine ont signalé la présence du *cercomonas intestinalis*. On a trouvé que la majeure partie des produits rendus par les cholériques était formée d'une espèce de *zooglea* composée de masses gélatineuses et granuleuses, qui ne sont point du reste caractéristiques de cette maladie, car on les rencontre aussi dans les catarrhes des muqueuses chez les enfants. Le *paramecium coli* a été observé par Malmsten dans les diarrhées chroniques

[1] Voir ce qui est dit plus loin à propos de selles cholériques.

avec ulcérations intestinales. Parmi les microphytes les plus habituels nous citerons le *cryptococus cerevisiæ*, assez commun dans les selles diarrhéiques ; quelquefois *les leptotrix;* la *sarcina ventriculi* qui s'y rencontre plus rarement : elle existe plus souvent dans les matières vomies. Les *sarcines* sont de petits amas de cellules d'une forme cubique aplatie, qui présentent en général quatre sillons profonds et 2 ou 4 noyaux. Elles se multiplient par segmentation et se réunissent sous forme de ballots.

Enfin on peut rencontrer dans l'intestin les divers helminthes, ainsi que leurs œufs (Voir *fig.* 48, *a*).

Selles spéciales à quelques états morbides. — *Diarrhée.* — Quoique la production des selles liquides ou la *diarrhée* ne soit, en général, qu'un symptôme, nous devons décrire tout d'abord séparément ces flux intestinaux, parce que presque toujours les selles ont dans l'état pathologique la forme diarrhéique.

La diarrhée peut être *muqueuse*, c'est-à-dire constituée par une supersécrétion d'un mucus séreux. Les selles peuvent contenir, dans ce cas, de l'albumine provenant d'une exsudation de sérosité faite à la surface de l'intestin. La diarrhée sera purulente, sanguinolente, lorsqu'il y aura inflammation ou ulcération intestinale. Enfin les matières alvines liquides peuvent être surtout formées par des aliments mal digérés, mêlés à l'eau des boissons, lorsque sous l'influence d'une mauvaise digestion stomacale, les substances alimentaires provoquent dans l'intestin de puissants mouvements péristaltiques qui font trop rapidement circuler ces matériaux et les sucs glandulaires à travers le tube digestif et ne permettent pas aux liquides d'être résorbés. Ces contractions brusques et toniques de l'intestin peuvent provenir, du reste, d'autres causes, et beaucoup de purgatifs paraissent n'agir qu'en les provoquant.

On pourra donc trouver dans les selles diarrhéiques des matières fécales délayées dans un excès de liquides, des aliments mal digérés, de la sérosité et de l'albumine, du sang, du pus, de la bile en excès, du mucus, enfin les organismes inférieurs dont nous avons dit quelques mots plus haut. En général, les sels minéraux existent en très-grande abondance dans ces liquides. Ils constituent quelquefois plus de la moitié du poids des matières sèches. Ce sont : le chlorure de sodium, qui en forme la majeure partie, les chlorures de magnésium et de calcium, le phosphate de chaux, les sulfates terreux, et surtout le

phosphate ammoniaco-magnésien grenu ou en cristaux. On ne sait pas dans quel cas les flux intestinaux contiennent du carbonate d'ammoniaque, etc.

Les selles liquides de la simple diarrhée, de la dysenterie, du choléra, contiennent toujours, au moins quelques heures après avoir été évacuées, une quantité innombrable de vibrions ou de monades punctiformes (*bacterium punctum*, *microzimas*...) qui s'y développent, grâce à la liquidité du milieu et à la chaleur de l'intestin, mais qui n'ont rien de caractéristique. Ces infusoires disparaissent dès que l'état du malade s'améliorant, les matières fécales reprennent leur solidité.

Selles du calomel et des purgatifs. — Élimination de divers médicaments. — Les selles vertes du calomel ne paraissent pas devoir toujours leur couleur à la biliverdine qu'on n'y rencontre souvent qu'en très-petite quantité, mais bien à des dérivés des pigments de la bile et peut-être de l'hémoglobine. L'usage des mercuriaux, de la podophylline, ne paraît pas, du reste, augmenter le flux biliaire[1]. Ces selles peuvent dans certains cas être orangées et n'acquérir qu'à l'air leur teinte verte. Simon a trouvé dans le résidu sec de ces excréments 21 p. 100 de matières biliaires avec une très-faible proportion de biliverdine, 10 p. 100 de cholestérine et de graisse, de l'albumine, du mucus, des épithéliums, enfin 13 p. 100 de sels.

Les purgatifs salins occasionnent quelquefois des effets analogues. Les selles très-liquides dues aux laxatifs donnent, quand on les filtre, un liquide que la chaleur et l'acide nitrique ne coagulent pas, qui précipite au contraire par le tannin, et dont les acides fixes dégagent du gaz acide carbonique en faisant mieux apparaître le mucus. C. Schmidt a donné de ces déjections l'analyse que nous rapportons ici :

Eau.	969.70
Peptones et albumines. .	1.60
Principes extractifs.. . .	20.10
Chlorure de potassium. .	2.68
— de sodium.. . .	2.06
Sulfate de potasse. . . .	0.67
Chlorure d'ammonium. .	1.96
Phosphate sodique. . . .	0.66
— calcique.. . .	0.32
— magnésien.. .	0.23

[1] Voir BENNETT, *Leçons clin. de méd. Trad. française*, Paris, 1873, t. I, p. 435

Après l'injection des sels de fer ou l'absorption sous-cutanée des sels de mercure, de l'iode, etc., on peut observer l'élimination d'une partie de ces substances par les déjections alvines. Quincke, en isolant une anse intestinale par la méthode de Thiry (Voir t. I, p. 423), a constaté que l'iode s'élimine par la muqueuse du petit intestin une heure ou une heure et demie après son injection sous-cutanée, et deux heures après son ingestion par les voies digestives. Le brome n'est dialysé par la muqueuse du tube digestif qu'avec un peu plus de lenteur. La lithine, même à petite dose, apparaît dans le sac intestinal isolé avec une grande rapidité. L'essence de térébenthine communique bientôt au suc de l'intestin cette odeur de violette que l'on retrouve aussi dans les urines[1].

Selles de la dysenterie. — Ces selles sont constituées par un liquide albumineux dans lequel nagent des mucosités gélatiniformes granuleuses, de la mucine et des flocons graisseux. Des stries sanguinolentes, où les hématies sont à peine modifiées, peuvent se rencontrer dans les matières de cette évacuation alvine. Elles sont accompagnés de globules de pus en plus ou moins grande abondance, de cellules épithéliales prismatiques gonflées, et de noyaux libres. On trouve aussi, nageant dans ce liquide, des vibrions divers, quelquefois le *cryptococus cerevisiæ* et des *leptothrix*. Les sels n'y existent qu'en petite quantité. On y rencontre souvent des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, provenant sans doute de l'ammoniaque dégagée par les matières fécales ou dérivant du dédoublement de l'urée (Voir *fig.* 48, *b*). Dans la dysenterie, la fièvre typhoïde, le malade peut rendre des quantités notables de ce sel sous forme de sédiment cristallisé. L'absence des matières colorantes de la bile rend les selles dysentériques blanchâtres. La couleur jaune reparaît quand la maladie tend vers la guérison.

C. Schmidt a trouvé dans 1000 parties de ces déjections :

Eau.	958,6
Matières albuminoïdes.	15,0
Matières extractives.	14,6
Sels minéraux.	11,8

Selles du choléra. — Elles forment un liquide grumeleux, blanc jaunâtre ou blanc grisâtre, non filant, sans odeur de matière fécale, neutre ou alcalin. Le plus souvent, ces évacuations donnent

[1] *Gaz. méd. de Paris*, Février 1870.

par le repos un dépôt floconneux et un liquide surnageant presque limpide. Pour 1000 grammes de selles liquides on obtient sur le filtre de 5 à 10 grammes de dépôt. Cette partie insoluble a été examinée avec soin par Legros, Goujon et Papillon [1]. Ils y ont trouvé : 1° des *cellules épithéliales* isolées en lambeaux ou grumeaux blanchâtres, qui forment avec les *leucocythes* cette matière riziforme caractéristique de ces déjections (*V. plus bas*); 2° des matières grasses sous forme de graisses, de gouttes huileuses, de cristaux asciculaires d'acide gras; 3° de petits amas ou fragments d'une matière amorphe, molle, finement granuleuse, comme le sont certains mucus concrets, dont les ponctuations deviennent libres sur les bords et se développent ensuite séparément. C'est sans doute cette matière dans laquelle d'autres auteurs (*Paccini; Klob; Thomé*) ont cru reconnaître le *zoogléa termo*, qu'ils disent former la majeure partie des grumeaux riziformes des selles cholériques, ainsi qu'un champignon filamenteux que Thomé croît caractéristique de cette maladie, le *Cylindrotænium choleræ Asiaticæ* [2]. On y rencontre aussi des brins de *leptothrix* et souvent de grandes quantités de *levûre de bière;* 4° des globules de ferments indéterminés, quelques-uns sous forme de corpuscules arrondis, très-réfringents, ayant l'apparence d'un anneau auquel Wieger attribue les accidents cholériques, qu'il nomme *mucédinée du choléra* [3], et que Budd désigne sous le nom de *choleræ fungus*; le *Cercomonas intestinalis* observé par Davaine; 5° enfin des débris végétaux et animaux.

Le liquide filtré est aqueux, clair, en général, légèrement ambré, quelquefois un peu verdâtre. Son odeur est presque nulle, sa densité très-rapprochée de celle de l'eau. Il est très-légèrement alcalin ou neutre. Le plus souvent il ne donne pas de coagulum albumineux par la chaleur ou par l'acide nitrique. Toutefois Becquerel, et après lui Corenwinder, y ont signalé jusqu'à 3 et 4 millièmes d'albumine [4]. L'acide azotique communique souvent une couleur rosée à ce liquide. D'après Papillon il n'émulsionne pas les corps gras. L'alcalinité de la liqueur paraît être due à une

[1] Voir Robin. *Traité des humeurs*, p. 817. Paris, 1867.

[2] Voir *Virchow's Archiv.*, t. XXXVIII, p. 221 et *Gaz. méd. de Paris*, mai 1869.

[3] Voyez son opuscule, Strasbourg 1868, p. 8 et *Abeille médicale*, avril 1868.

[4] Voir Mialhe, *Compt. rend.*, t. XXXIII. D'après ce dernier auteur, l'albumine des selles cholériques serait à l'état d'albuminose, non précipitable par les acides.

transformation presque complète, en carbonate d'ammoniaque, de l'urée qui s'élimine chez les cholériques par l'intestin. Les sels de potasse s'y rencontrent en petite quantité. Le chlorure de sodium est toujours très-abondant dans ces déjections et varie de 2,5 à 8 p. 1000. Il provient certainement du plasma sanguin. On y trouve aussi une quantité notable de sels de potasse, de sulfates et de phosphates.

Voici quelques analyses de ces selles :

ANALYSES DUES A BECQUEREL DES SELLES TOTALES DE CHOLÉRIQUES.

	Homme de 30 ans. Choléra datant de 50 heures. Liquide alcalin. Densité 1.004.	Homme de 35 ans. Choléra datant de 18 heures. Liquide alcalin. Densité 1.0097.
Partie insoluble.		
Matières insolubles restées sur le filtre.	2.76	3.59
Liquide filtré.		
Eau.	988.60	781.87
Parties solides contenues dans 1000gr du liquide filtré.	8.64	14.54
Albumine.	impondérable	3.22
Chlorure de sodium.	3.7	5.24

ANALYSE DE LA PARTIE LIQUIDE DES SELLES CHOLÉRIQUES PAR PAPILLON.

Eau.	98.14	97.15
Matière amorphe.	0.04	0.08
Lactates alcalins.	0.12	0.15
Chlorures alcalins.	0.69	0.85
Sulfates alcalins.	0.96	0.94
Phosphates alcalins.	0.05	0.03
	100 00	99.20

Ces résultats analytiques sont insuffisants : ils n'indiquent dans ces selles ni la présence de l'urée, ni celle du carbonate d'ammoniaque ou d'un excès de phosphate ammoniaco-magnésien correspondant, quoiqu'il soit bien certain qu'à un moment donné il puisse se faire des décharges notables d'urée par la muqueuse intestinale.

Selles de la fièvre typhoïde. — Dès le second septenaire, les selles typhiques deviennent caractéristiques. Elles forment un liquide clair, mobile, appauvri en mucus, blanc ou grisâtre, très-alcalin et riche en sels ammoniacaux. Quand on le laisse au repos, il s'y forme un précipité contenant de la graisse, de l'amidon, des épithéliums du canal intestinal, de la fibrine non digérée. On y trouve aussi un certain nombre de vibrions. On a dit que le *cercomonas intestinalis* avait été signalé dans ces déjections. La partie liquide laisse par son refroidissement, déposer des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien. Les chlorures alcalins y sont abondants. On y trouve, en outre, une quantité d'albumine variable.

Selles ictériques. — Dans l'ictère, lorsque la bile cesse de couler dans l'intestin, l'odeur caractéristique des fèces disparaît ; elle devient fétide ou acide ; l'odorat y fait distinguer l'hydrogène sulfuré et l'hydrogène phosphoré. Toutefois ces gaz étant résorbés à mesure que les fèces circulent, le plus souvent ceux qui sont excrétés n'ont qu'une odeur aigre et quelquefois nulle.

Les matières fécales décolorées des ictériques ne contiennent pas de stercorine. Le même fait s'observe dans les selles qui s'accumulent pendant la léthargie des animaux hibernants.

§ 2. — CONCRÉTIONS INTESTINALES.

Il ne faut pas comprendre dans les concrétions intestinales proprement dites, celles qui rendues par l'anus ou trouvées dans l'intestin, peuvent provenir des organes voisins, tels que l'estomac, le foie, etc. Il ne faut pas les confondre aussi avec les concrétions de matières fécales qui ne sont que des excréments durcis.

Les concrétions intestinales sont le plus souvent formées de débris d'aliments non digestibles, tels que poils, épidermes, parties ligneuses, qui se groupent autour d'un noyau et qui s'agglomèrent avec du mucus intestinal ou des dépôts salins. Ce noyau est très-variable. C'est quelquefois une partie ligneuse, un caillot sanguin un conglomérat de graisses ou de sels. Il existe d'autres concrétions intestinales formées surtout de matières grasses mêlées à du mucus, et pouvant contenir de 1 à 30 p. 100 et plus de phosphates

terreux. Lassègne a donné l'analyse de l'une de ces concrétions trouvée chez un phthisique, elle contenait :

Matières grasses.	74
Matière animale.	21
Phosphate de chaux.	1
Sel marin.	1

Ces concrétions peuvent encore être formées des principes de la bile. Quelquefois aussi, sous l'influence de l'alcalinité des selles, il peut se précipiter des sels insolubles et spécialement du phosphate ammoniaco-magnésien et des phosphates terreux qui se réunissant autour d'un noyau commun, forment un calcul analogue à ceux de la vessie. Thompson (*Analyse* I) et Children (*Analyse* II) ont trouvé à deux de ces concrétions les compositions suivantes :

	I.	II.
Phosphate de chaux.	46	46
Phosphate ammoniaco-magnésien.	5	5
Sels solubles.	»	25
Matière animale insoluble. . . .	25	4
Fibre végétale, résidus.	24	20

On peut aussi rencontrer dans l'intestin un amas de concrétions si nombreuses et formées de grains si petits qu'on les a comparés à du sable[1]. Chacun de ces grains se compose d'un petit noyau siliceux ou végétal inattaquable par les sucs digestifs, sur lequel sont venues se grouper des couches de matières azotées entremêlées de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

On a signalé encore des concrétions très-riches en matières végétales insolubles, telles que glumes d'avoine, son, etc.; et des agglomérats formées de couches concentriques de matière albumineuse, entourant souvent un noyau graisseux. Elles ont été trouvées dans la cavité abdominale ou dans un sac herniaire[2].

On a aussi signalé, mais rarement dans l'intestin de l'homme, des concrétions pileuses.

Il se forme quelquefois dans le tube intestinal, non de véritables concrétions, mais des amas de mucus qui peuvent se mélanger aux excréments et former soit des nodosités ou *scyballes*,

[1] *Sur le sable intestinal.* LABOULBÈNE, *Arch. gén. de méd.*, septembre 1873.
[2] Voir H. BENETT. *Leçons cliniques de médecine.* Traduction française, t. I, p. 350.

soit des cylindres, soit des tubes, que l'on pourrait prendre pour des portions de l'intestin ou de sa muqueuse décolée. Ces fausses membranes gélatiniformes, se conservent longtemps dans l'eau sans s'y gonfler et se putréfient lentement. Au microscope, elles ne présentent pas d'organisation apparente.

§ 3. — GAZ INTESTINAUX CHEZ LES MALADES.

Les gaz sécrétés ou produits dans l'intestin pendant les divers états morbides sont : l'azote, l'acide carbonique, l'hydrogène, l'oxygène, l'hydrogène proto-carboné, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène phosphoré. Dans certaines maladies, comme le choléra, l'intestin ne sécrète plus de gaz.

Dans beaucoup d'affections nerveuses (Hystérie, Chlorose, etc.), des gaz se produisent abondamment dans l'intestin et sont rejetés par l'anus ou par la bouche. Ils contiennent beaucoup d'azote et d'acide carbonique. La quantité de gaz intestinaux augmente aussi dans les affections du tube digestif, telles que gastralgies, embarras gastriques, entérites... Ils peuvent, comme dans la hernie étranglée et l'iléus, s'accumuler en très-grande abondance dans l'intestin et causer sa météorisation.

L'*azote*, d'après Chevillot[1], chez les sujets débiles et les vieillards, forme la majeure partie des gaz intestinaux du cadavre.

L'*acide carbonique* est aussi très-abondamment excrété par l'intestin pendant les diverses affections morbides. Il se produit en bien plus grande proportion chez les sujets qui sont atteints de maladies aiguës ou de poitrine, que chez ceux qui meurent d'affections chroniques.

L'*hydrogène* n'existe dans les gaz intestinaux des cadavres que que 5 fois sur 6. Les sujets replets, ceux qui avaient succombé à des maladies aiguës, en donnent plus que les phthisiques.

L'*oxygène*, rencontré par Chevillot, 31 fois seulement sur 54. a pu être diffusé et absorbé à travers les parois intestinales.

Les *hydrogènes carbonés* se rencontrent 1 fois sur 10 dans le tube digestif des malades, mais en moindre abondance que l'hydrogène, surtout chez les adultes atteints de maladies aiguës.

[1] CHEVILLOT. *Journ. de chim. méd.*, t. V. p. 596.

L'hydrogène sulfuré et *l'hydrogène phosphoré* sont souvent produits dans les mauvaises digestions, et aussi lorsque la bile n'est plus versée dans l'intestin, mais le plus ordinairement ces gaz n'existent pas dans les excrétions gazeuses intestinales parce qu'ils sont résorbés dans les dernières portions de l'intestin grêle et dans le gros intestin. *L'hydrogène sulfuré* a été aussi signalé dans la panse des ruminants *météorisés*. On n'en trouve pas dans les intestins de ceux qui meurent à la suite de longues maladies.

Dans l'ictère grave, alors surtout que la bile ne coulant pas dans l'intestin, les matières fécales subissent une sorte de putréfaction spontanée, les gaz se produisent et s'accumulent en grande quantité dans l'intestin. Il peut alors se former abondamment de l'hydrogène sulfuré. Toutefois, chose remarquable, on a signalé et confirmé l'absence totale de gaz dans toute l'étendue du tube intestinal des cholériques, chez lesquels il n'y a cependant plus de sécrétion biliaire.

Une partie des gaz de l'intestin provient de l'air dégluti, une autre du sang, une troisième de la réaction de la bile et du suc pancréatique sur les aliments et le chyme, une quatrième de la décomposition spontanée du contenu de l'intestin. Les variations de ces divers facteurs, surtout pendant le cours des maladies, restent encore fort obscures.

LIVRE II

ALTÉRATION DU SANG, DU CHYLE ET DE LA LYMPHE

Nous décrivons spécialement dans ce Livre II[e] l'état du sang pendant les maladies. Quant aux altérations pathologiques du chyle et de la lymphe, elles sont à peine connues ; nous en dirons toutefois quelques mots dans un second chapitre.

CHAPITRE PREMIER

DU SANG PENDANT LES MALADIES

1. — COMPOSITION DU SANG DANS LES MALADIES EN GÉNÉRAL.

Les recherches faites sur la composition du sang pendant les maladies ne sont encore ni assez complètes, ni assez parfaites pour que l'on puisse établir d'une manière bien générale les lois des variations que les troubles des grandes fonctions impriment à ce liquide. Mais si l'on ne peut aujourd'hui étudier cette question d'une manière méthodique, ni même indiquer les altérations spéciales ou spécifiques que chaque affection fait naître dans le sang, au moins peut-on rechercher comment, pour chaque groupe nosologique naturel, varient ses éléments principaux, savoir : les corpuscules rouges, la fibrine, la sérine et l'eau. Nous plaçant à ce point de vue dans ce premier paragraphe, nous allons rechercher, quelle signification découle des divers systèmes de variations que présentent dans le sang les facteurs principaux que nous venons d'indiquer.

Admettons d'abord que pour une cause quelconque, à la suite de la saignée par exemple, la totalité du sang contenue dans l'organisme diminue à un moment donné. La tension sanguine venant à

décroître, il y aura vers l'intérieur des vaisseaux, endosmose des liquides plasmatiques intercellulaires provenant des divers organes, et tout spécialement de l'eau; cette action aura pour effet, comme l'expérience l'indique du reste, de rétablir très-rapidement la tension primitive du sang. En fait, celui-ci se sera enrichi en eau et par conséquent appauvri en globules et en fibrine. Le sang tendra vers cette même composition si la production des globules rouges et de la fibrine se ralentit à la fois, ou si ces principes sont rapidement détruits dans les vaisseaux, quelle qu'en soit d'ailleurs la cause.

Nous aurons dans ces divers cas un sang appauvri en globules et fibrine, soit par son enrichissement en eau, soit par la non-reproduction de ces deux facteurs, état qui sera caractérisée à l'analyse par l'ensemble des caractères suivants :

1[er] CAS. — *Globules diminués.*
Fibrine diminuée.
Eau et sérum augmentés.

Ces caractères se présentent dans toutes les maladies chroniques[1]; à la suite des hémorrhagies ou coïncidant avec elles et les provoquant (*hémorrhagies passives*); dans la chlorose et l'anémie; au déclin des fièvres exanthématiques; dans le diabète, le crétinisme, etc.

Faisons maintenant une seconde hypothèse : supposons qu'une cause morbide s'attaque spécialement au globule, le détruise ou l'empèche de se reproduire, la quantité *relative* de plasma croîtra dans le sang, l'eau sera donc augmentée proportionnellement, mais la fibrine qui n'en forme à l'état normal que 3 à 4 millièmes ne subira qu'une augmentation insignifiante. Nous aurons donc :

2[e] CAS. — *Globules diminués.*
Fibrine normale (ou à peine augmentée).
Eau augmentée.

Ces caractères analytiques sont ceux qu'offre le sang dans la période d'invasion des fièvres intermittentes et dans la période de déclin des fièvres exanthématiques (variole, rougeole, scarlatine, etc.); dans la première période de la phthisie, à moins toutefois qu'une phlegmasie intercurrente ne vienne à élever le chiffre de la fibrine; dans la période d'état de la fièvre typhoïde; dans la maladie de Bright, et dans quelques cas de chlorose.

Admettons au contraire que les globules augmentent dans le

[1] Toutes les maladies chroniques sauf la syphilis constitutionnelle.

sang, soit parce que leur prolifération devient plus puissante, soit parce que leur vitalité les fait résister plus longtemps, soit enfin parce que la quantité de plasma diminue relativement aux globules, ce plasma conservant du reste lui-même sa composition normale. On aura dans cette troisième hypothèse :

3e cas. — *Globules augmentés.*
Fibrine normale (ou à peine diminuée).
Eau et sérum diminués.

L'analyse donne en effet ces résultats dans ces pléthores qui sont sous l'influence de l'accroissement relatif du nombre des globules sanguins et non de l'augmentation du sang tout entier, ainsi que dans la période d'invasion des fièvres exanthématiques ou de réaction des fièvres intermittentes, enfin dans la 1re période de la fièvre typhoïde.

Supposons que le rapport des globules au sérum restant constant la fibrine pour une cause quelconque augmente dans le sang, l'analyse de ce liquide présentera dès lors les caractères suivants :

4e cas. — *Globules normaux (ou diminués*[1]*).*
Fibrine augmentée.
Eau et sérum normaux.

Telle est en effet l'état du liquide sanguin dans la première période de toutes les phlegmasies franches, dans la pneumonie, la pleurésie, la péritonite aiguë, l'amygdalite, l'érysipèle, le rhumatisme. Plus tard quand la phlegmasie se prolonge les globules tombent au-dessous de la normale.

Lorsque durant le cours d'une affection chronique, se produit dans l'organisme un foyer inflammatoire, comme il arrive par exemple dans la troisième période de la phthisie, ou quand une fièvre typhoïde se complique d'une phlegmasie, ou quand la phlegmasie tend à devenir chronique, enfin quand dans une maladie chronique arrive une inflammation intercurrente, le sang est caractérisé comme il suit :

5e cas. — *Globules diminués.*
Fibrine augmentée.
Eau et sérum augmentés.

La diminution du nombre des globules est, du reste, en partie la conséquence de la diète à laquelle on soumet les malades atteints de phlegmasie générale ou locale.

[1] Si la fibrine a pour origine ces globules, ou si la phlegmasie se prolonge

Tels sont les principaux types de variations que peut présenter le sang pathologique. Le médecin devra toujours tenir compte à la fois, dans une analyse du sang, des variations des globules, de la fibrine, de la sérine et de l'eau, et ramener son observation à l'un des cas précédents, pour déduire la signification qui résulte de l'ensemble des variations qu'il aura noté. Il devra se reporter aux considérations ci-dessus pour en avoir la signification complexe et conclure au besoin au diagnostic.

Nous n'avons, dans ces divers systèmes de variations, tenu compte ni de l'albumine du sérum, ni des matières extractives, ni des graisses du sang, ni des sels, ni de l'augmentation relative des globules blancs, parce que rien de général ne peut être dit à cet égard. Mais nous y reviendrons tout à l'heure.

Nous nous résumons en disant que dans les maladies chroniques le sang s'appauvrit en globules et en fibrine, et s'enrichit par contre en eau; que dans les phlegmasies franches le sang contient un poids de globules en général un peu inférieur à la normale (globules secs de 130 à 112 pour 1000 de sang) mais que la fibrine augmente constamment ; que dans les fièvres proprement dites les globules diminuent (soit qu'ils ne se reproduisent pas, soit qu'ils soient plus activement détruits), ou augmentent *relativement au plasma*, mais non absolument, sans doute à cause de la consommation ou de l'élimination plus puissante des matériaux de ce plasma ; cette diminution ou cette augmentation apparente du chiffre des globules varie suivant la période de la maladie [1].

Les maladies dans lesquelles l'eau du sang diminue sont les fièvres continues, les diarrhées, le choléra, en général toutes les affections qui produisent des sueurs abondantes ou le rejet par l'intestin de liquides séreux. On peut remarquer en même temps qu'il y a presque toujours dans ces divers cas perte d'eau par la matière protéique des tissus, qui semble se *déshydrater*, et amaigrissement corrélatif de l'économie.

L'augmentation du sérum du sang dans les maladies chroniques, ou plutôt son appauvrissement en globules, s'explique de lui-même. Ce fait s'observe encore, mais à un degré moins élevé dans les phlegmasies, surtout après quelques jours de diète. La densité du

[1] Voir à ce sujet le mémoire d'Andral, Gavarret et Delafond, *Ann. chim. phys.*, [3] t. V, p. 304, et *Ibid.*, [2] t. LXXV, p. 225.

sang est alors un peu diminuée, et la quantité de ses globules secs varie de 130 à 112 grammes pour 1000 grammes de sang au lieu, de 135 qui est le chiffre normal. L'activité moindre de la nutrition et de l'assimilation expliquent en partie ces faits. Dans les fièvres continues la quantité relative de globules et de plasma ne change pas sensiblement, à moins que la maladie se prolongeant, on ne retombe dans le cas général des maladies chroniques : le chiffre des globules diminue dès lors un peu, tandis que celui de l'eau et du sérum s'élève relativement. Du reste l'appauvrissement du sang en globules est, en général, corrélatif d'une diminution dans la tension sanguine, c'est-à-dire dans la quantité absolue de sang. Les vaisseaux se remplissent souvent alors, dans un temps très-court, d'un liquide séreux comme il arrive après une abondante saignée. Andral a vu, à la suite d'une métrorrhagie, la quantité totale d'eau s'élever dans le sang jusqu'à 91,5 pour 100.

Les globules sanguins peuvent non-seulement diminuer de poids mais aussi changer de forme. Ainsi dans la *maladie d'Addisson*, Gubler a signalé l'hypertrophie des hématies, et cette observation a été confirmée par Laskewitch. Les globules rouges plus grands, plus pâles, prennent au contact d'une solution de sel marin au 200°, la forme de massues, de biscuits, etc. Vulpian a aussi observé l'augmentation du volume de l'hématie dans la *cyanose* d'origine cardiaque, et Malassez dans l'empoisonnement saturnin. D'après Manasseïn[1], la réfrigération de l'animal, l'injection de quinine, d'alcool, d'acide cyanhydrique dans ses veines, font augmenter aussi le volume du globule rouge. Dans la fièvre au contraire, les globules diminuent quelquefois de $\frac{1}{8}$ de leur volume normal et d'autant plus que l'élévation de température est plus grande. *Massius* et *Vanlair* ont décrit sous le nom de *mycrocythémie* une affection caractérisée par l'augmentation considérable du nombre des globulins.

Quoiqu'il soit loin d'être démontré que dans les états morbides divers le poids des globules soit toujours proportionnel dans le sang à celui de l'hémoglobine, on peut admettre cependant que celle-ci augmente ou diminue, en général, avec les globules. Quoi qu'il en soit d'ailleurs, le dosage de l'hémoglobine présente un grand intérêt dans les diverses maladies. M. Quinquaud a

[1] *Archiv. de Virchow*, 1872, résumé dans *Gaz. méd.* de Strasbourg, Sept. 1872.

qui l'on doit quelques recherches à ce sujet, est arrivé aux conclusions suivantes[1] :

Les variations de l'hémoglobine dans les maladies sont considérables : le cancer, la chlorose, la phthisie tuberculeuse au troisième degré, sont celles qui abaissent le plus le chiffre de l'hémoglobine. Ainsi l'on a : état normal, 127 grammes d'hémoglobine sèche dans 1000 grammes de sang, — Chlorose 72 à 57, — Cancer 57 à 43, — Tuberculose au troisième degré 106 à 48.

Dans la fièvre typhoïde grave, au douzième jour, l'hémoglobine ne descend guère au-dessous de 115 pour 1000, tandis que dans la granulie aiguë elle oscille à pareille époque entre 81 et 67.

Dans la tuberculose au premier degré, l'hémoglobine se maintient aux environs de 100 pour 1000, tandis que dans la chlorose, qui pourrait quelquefois être confondue avec elle, elle tombe à 57.

Dans les cas de tumeurs fibreuses, de kystes, l'hémoglobine diminue en moyenne jusqu'à 80 pour 1000, tandis qu'elle baisse jusqu'à 40 et même 38 pour 1000 chez ceux qui sont atteints de tumeurs carcinomateuses, qui auraient pu être confondues avec les premières.

Dans la chlorose, la leucémie, la pyohémie, la fièvre puerpérale, l'augmentation des globules blancs dans le sang est souvent considérable. Elle s'observe aussi dans la tuberculose et la pneumonie, mais non d'une manière constante.

On n'est pas encore bien fixé sur les variations que subit l'albumine du sérum sanguin sous l'influence des diverses maladies. On sait seulement que cette substance diminue notablement dans les maladies chroniques avec affaiblissement général, et spécialement dans l'anémie (54 à 68 pour 1000 de sang) dans la maladie de Bright (62,6 à 68) chez les hémiplégiques (50 à 53), dans les ramollissements cérébraux, dans les maladies chroniques du cœur, chez les malades sujets aux hémorrhagies, dans le scorbut, les fièvres intermittentes devenues chroniques, la dyssenterie, la fièvre puerpérale, le crétinisme. Dans les phlegmasies aiguës, suivant Becquerel et Rodier[2] on trouve presque toujours que l'albumine du sang diminue. Elle varie alors de 70, chiffre normal, à 52 pour 1000, et décroît en général d'autant plus que la ma-

[1] *Comptes rendus Acad. sc.*, 1873, séance du 11 août.
[2] *Chimie pathologique*, p. 108.

ladie est moins récente, ce qui s'explique par l'intensité du mouvement de désassimilation joint à une nutrition et à une assimilation imparfaites, et quelquefois par la répétition des saignées pratiquées. Mais on peut trouver aussi l'albumine du sang augmentée dans certaines pleurésies aiguës, dans le rhumatisme aigu (78 à 86 pour 1000), et dans les maladies du cœur récentes. On a du reste signalé dans quelques-uns de ces cas, le passage de l'albumine dans les urines, sans qu'il y ait altération chronique du rein. La sérine augmenterait aussi le plus souvent au début des fièvres intermittentes, et dans les phlegmasies aiguës, mais ce dernier point reste encore douteux.

L'accroissement de la fibrine du sang est en général caractéristique d'une phlegmasie. Cette augmentation est constante et existe dès le début de la fièvre; elle s'élève ou s'abaisse avec la température du sujet et le nombre des battements artériels. La fibrine monte alors au chiffre moyen de 6 grammes à $6^{gr},5$ pour 1000 de sang, et varie de $4^{gr},5$ à 10 grammes au lieu de $2^{gr},5$ qui est le chiffre normal. Andral, dans une pneumonie, fait une première saignée qui lui fournit $8^{gr},9$ de fibrine : la maladie augmente d'intensité; deux autres saignées lui donnent 10 grammes de fibrine pour 1000 : l'intensité de la fièvre décroît, et le chiffre de la fibrine retombe à 5 millièmes. Les mêmes faits se reproduisent dans toutes les phlegmasies aiguës, mais surtout dans celles qui en entravant l'hématose semblent permettre l'accumulation dans le sang d'une fibrine imparfaite, lentement coagulable (*bradyfibrine* de Polli). Si au contraire une phlegmasie aiguë passe à l'état chronique, par exemple dans la péritonite, le chiffre de la fibrine d'abord supérieur à la normale, s'abaisse ensuite audessous d'elle.

L'augmentation de fibrine du sang s'observe chaque fois qu'une phlegmasie intercurrente vient compliquer un état morbide antérieur, tel qu'une maladie chronique ou une pyrexie.

Les saignées, même répétées, n'abaissent pas le chiffre de la fibrine. Ainsi que la diète elles agissent spécialement sur les globules qu'elles diminuent[1]. La fibrine augmente même si l'on fait des pertes de sang très-abondantes, tandis que les globules

[1] Voir à ce sujet le mémoire de Magendie, *Comptes rend. Acad. sc.* 1847, p. 1139, et celui d'Andral, Gavarret et Delafond déjà cité.

diminuent dans ce cas très-notablement. Ainsi, Andral, Gavarret et Delafond, ont trouvé dans les sept saignées successives faites à un cheval à 24 heures d'intervalle[1] :

	1re saignée.	2e	4e	5e	6e	7e
Fibrine.	3.1	3.5	3.2	4.3	5.2	7.6
Globules.	104.0	97.0	64.1	51.3	44.5	38.3
Matières solides du sérum.	90.8	84.4	60.9	59.6	59.1	60.1
Eau.	802.1	815.1	871.8	884.8	891.2	894.0

Dans les fièvres exanthématiques, intermittentes ou continues, le poids de la fibrine reste normal ou diminue. Cette diminution a lieu surtout dans certains cas de typhus abdominal, et dans les fièvres éruptives avec tendances aux hémorrhagies. S'il y a phlegmasie intercurrente, le poids de la fibrine s'élève.

Comment expliquer que la fibrine augmente dans les phlegmasies ? Becquerel et Rodier font observer qu'en même temps que la fibrine croit l'albumine diminue, et chose remarquable, que les poids moyens de ces variations, en plus ou en moins, sont égaux pour ces deux substances (2 à 6 millièmes pour 1000 de sang). L'albumine du sérum serait donc partiellement transformée en fibrine par le processus inflammatoire. Cette opinion est en rapport avec celle de quelques chimistes qui pensent que la fibrine provient de l'albumine[1]. Ces théories demandent encore une démonstration. On doit tenir compte aussi de l'observation de Nasse qui a vu que la fibrine augmente dans le sang, toutes les fois que les animaux ne sont pas nourris. C'est dans ce cas que se trouvent les malades atteints de phlegmasie et de fièvre, et cette circonstance peut concourir à élever le poids de la fibrine, mais n'explique pas clairement la raison de cette augmentation qui du reste n'est pas constante pendant la diète.

La coagulation plus ou moins parfaite ou plus ou moins rapide du sang, ne doit pas faire préjuger de sa teneur en fibrine. Dans les phlegmasies des organes respiratoires le chiffre de cette substance est très-élevé, tandis que le sang, chargé abondamment d'acide carbonique, ne se coagule que lentement.

[1] On doit dire que dans cette expérience il s'était développé une pneumonie chez le cheval d'abord sain.

[2] Sous l'influence du sel marin que l'on enlève ensuite *complétement* par la dialyse, M. Restreppo et moi nous avons, en effet, transformé la fibrine en une substance soluble dans l'eau et coagulable par la chaleur, ayant la composition et toutes les propriétés de l'albumine.

On fera la même observation à propos de la *couenne dite inflammatoire*, qui se forme, il est vrai, sur les sangs très-fibrineux, mais qui peut se montrer aussi dans ceux qui sont appauvris en fibrine, comme il arrive dans la chlorose et l'anémie. La production d'une couche couenneuse blanchâtre à la surface du sang, provient, soit de ce que cette humeur se coagule plus lentement, soit de ce que les globules rouges se précipitent plus rapidement dans un plasma relativement moins dense. Dans ces deux cas la partie supérieure du sang est privée de globules avant le commencement de la coagulation, et permet par conséquent la formation d'une fibrine décolorée.

La proportion des corps gras paraît rester à peu près normale dans les phlegmasies, tandis que la cholestérine augmente un peu. Lorsque l'organisme est le siége de troubles respiratoires, dans la pneumonie, dans l'alcoolisme, le diabète, l'hépatite des pays chauds, dans la chylurie, dans quelques cas de rhumatisme aigu, dans presque tous les empoisonnements aigus ou chroniques, le sang peut devenir extrêmement riche en graisses, à tel point qu'on l'a vu couler de la veine presque blanc comme du lait. Lecanu y a trouvé jusqu'à 117 pour 1000 de corps solubles dans l'alcool éthéré[1]. Pour plus de renseignements sur les variations des corps gras dans les diverses maladies on consultera le paragraphe suivant.

Lorsque le sang traverse un tissu atteint d'une inflammation franche, non-seulement il s'y enrichit plus rapidement en acide carbonique, mais encore il conserve une plus grande quantité d'oxygène, qu'en passant à travers un organe sain. C'est ce qu'indiquent les nombres suivants dus à Estor et Saintpierre[2].

		Vol. d'oxygène pour 100 vol. de sang.	Vol. d'acide carbonique.
Veine crurale.	Membre enflammé. .	6.01	7.30
	Membre sain. . . .	2.41	5.70
Id.	Membre enflammé. .	4.74	—
	Membre sain. . . .	2.37	—
Id.	Membre enflammé. .	—	6.73
	Membre sain.. . .	—	5.60

L'urée augmente souvent dans le sang pathologique, spéciale-

[1] *Journn. de Pharm.*, 1835, et Fion *Arch. gén. de méd.*, [2] t. VIII, p. 218. Voir un autre cas où l'on a trouvé dans le sang 42 pour 1000 de corps gras, dans *Gaz. méd. de Paris*, 1835, p. 510.
[2] *Journ. de l'anat. et de physiol.*, N° d'avril, 1865.

ment dans les fièvres inflammatoires, le rhumatisme articulaire aigu, l'endocardite, les fièvres pernicieuses, le choléra, l'urémie, la fièvre jaune, comme il résulte des nombreuses déterminations que Picard a faites à ce sujet[1]. Cet auteur a aussi observé une augmentation légère de l'urée du sang dans un cas de glycosurie avec albuminurie, ainsi que dans l'anémie, et, au contraire, une diminution dans la pléthore. Ses analyses démontrent encore que dans la maladie de Bright l'urée du sang est toujours augmentée, surtout quand il survient des accidents cérébraux. Voici quelques-uns des nombres donnés par Picard Nous rappellerons ici que 1000 grammes de sang contiennent normalement 0gr,160 d'urée.

MALADIES DIVERSES.	Urée dans 1000gr de sang.	MALADIE DE BRIGHT.	Urée dans 1000gr de sang.
Fièvre inflammatoire. . . .	0.247	Somnolence, délire.. . . .	0.700
Fièvre pernicieuse.	0.228	Céphalalgie, vertige, œdème.	0.540
Rhumatisme aigu (gestation).	0.220	Amaurose, coma..	1.500
Rhumatisme aigu (endocardite)	0.272	Accidents cérébraux.. . . .	1.500
Anémie..	0.244	Somnolence, coma, fort œdème.	0.242
Pléthore.	0.113	Œdème ; pas d'accidents cérébraux.	0.320
Choléra (urines albumineuses)	0.700	Œdème ; pas d'accidents cérébraux.	0.769
Id. Id.	0.600	Le même ; l'œdème a disparu.	0.215
Glycosurie et albuminurie. .	0.181	Pas d'œdème, urine non albumineuse.	0.370

De ces observations Picard conclut 1° que dans le sang, l'urée augmente pendant les affections fébriles ; 2° que cette substance peut s'y accumuler en quantité très-notable dans le choléra et pendant la maladie de Bright, et d'autant plus que l'état du malade est plus grave.

On doit observer toutefois que Picard se servait pour la détermination de l'urée de la méthode de Liebig, et qu'il dosait par conséquent comme urée toutes les substances qui, de même que ce principe, précipitent par le nitrate mercurique, telles que la créatinine, la créatine, et diverses matières extractives. D'autres auteurs, Wurtz, Chalvet[2], se servant de méthodes plus

[1] J. Picard, *thèse de Strasbourg* (1856), p. 46 et suiv.
[2] Voir à ce sujet dans les *Comptes rendus soc. biol.*, 1867, l'article de Chalvet.

précises, n'ont point observé, dans un certain nombre de cas, d'augmentation d'urée dans le sang des urémiques, ce qui démontre que ce n'est point à cette substance, mais aux matières extractives qui accompagnent l'urée qu'il faut plutôt attribuer les accidents observés, comme le pense du reste Picard lui-même. Quoi qu'il en soit les nombres donnés par cet auteur montrent bien l'augmentation dans le sang des fiévreux, des cholériques, des diabétiques ou des urémiques, de l'urée et des substances extractives précipitables comme elle par le réactif de Liebig.

Suivant Chalvet, dans les divers états pathologiques, comme dans l'état normal, on peut en moyenne compter qu'il y a environ, pour un même volume, autant de centigrammes d'urée dans le sang que de grammes dans l'urine d'un même individu.

Les sels du sang diminuent légèrement dans presque toutes les maladies, surtout dans les inflammations intenses. On a signalé toutefois leur augmentation dans les exanthèmes aigus, le typhus, la dysenterie, les fièvres intermittentes.

Le sang humain normal contient 4 pour 1000 de chlorure de sodium ; le sang pléthorique, 3,5 à 3,7 ; le sang des phlegmasies, 3,0 ; celui des pleurésies et celui des pneumonies, 3,0 à 2,8 ; celui du rhumatisme aigu, 3,5 ; de la fièvre typhoïde, 2,9 ; de la chlorose, 3,1 ; de la phthisie, 3,1 à 3,3 ; de la syphilis, 3,4. (*Becquerel et Rodier*.) Les sels du sérum diminuent surtout pendant le choléra.

Les sels alcalins solubles éprouvent une légère diminution dans les phlegmasies ; les phosphates terreux augmentent généralement alors, sauf peut-être dans la bronchite aiguë. Ils diminuent notablement dans le diabète. L'abaissement de poids des premiers nous paraît dû à la diminution de l'alimentation, et l'augmentation des derniers à la désassimilation plus rapide des globules avec excrétion moins active du liquide urinaire.

L'oxygène paraît augmenter dans le sang chaque fois qu'existe dans l'économie un foyer inflammatoire.

Les altérations du sang constatées pendant les états morbides divers, nous semblent être plus souvent l'effet que la cause de la maladie ; mais la composition anormale du fluide sanguin peut réagir à son tour secondairement sur l'organisme, modifier le jeu des fonctions d'assimilation et de désassimilation, l'hématose, l'innervation, et par suite devenir la cause de troubles nouveaux.

Quant aux altérations mal connues que font subir au sang les ferments infectieux à forme déterminée tels que *bactéries*, *bactéridies*..., ou à forme indéterminée tels que *matières putrides*, *virus*, etc., elles nous paraissent analogues à ces transformations que lui impriment certaines matières toxiques mieux définies, comme l'oxyde de carbone, l'acide cyanhydrique, etc., et nous semblent être la cause plutôt que le produit de la maladie[1].

§ 2. VARIATIONS DES PRINCIPES DU SANG DURANT LES DIVERSES MALADIES.

Après avoir d'une manière générale exposé les modifications qu'impriment au sang les troubles pathologiques des grandes fonctions, nous allons dire ce que l'on sait des variations de ses principes immédiats dans les maladies spéciales où le fluide sanguin a été examiné.

Pléthore. — Dans la pléthore le sang est rouge vif. Sa coagulation s'opère rapidement; son caillot est volumineux, et de consistance ordinaire ou un peu inférieur à celle du sang normal. Les globules sont augmentés de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{10}$ de leur poids normal; globules secs : état normal 135; état pléthorique 138,5 à 150 pour 1000 de sang[2]. La fibrine varie à peine, mais le plus souvent elle est très-légèrement augmentée. L'eau du sang diminue ou bien reste constante. Le sérum se concentre et devient un peu plus riche en matériaux solides. Le sang s'enrichit modérément en sels minéraux. Les matières extractives sont normales. Les accidents pléthoriques paraissent donc être plutôt dus à une réplétion du système vasculaire qu'à une composition anormale du sang. Cet état peut coïncider d'ailleurs avec une pauvreté relative en globules sanguins.

Tempérament lymphatique, faible constitution. — Il est assez logique de croire, d'après ce que nous savons de la constitution du sang chez les convalescents, ou chez ceux qui sont atteints d'une

[1] Pour Ch. Robin (*Traité des humeurs* [2] p. 247 à 256), les cryptogames du *sang de rate, du charbon, de la fièvre typhoïde du cheval,* ne paraissent être que des états divers d'un même *leptothrix*, et ne sont pas la cause, mais la conséquence et la suite de la maladie. On peut, d'après cet auteur, distinguer nettement dans les maladies infectieuses deux ou trois espèces de cryptogames, mais guère plus. Celui de la variole serait un *micrococcus* d'après Hallier.

[2] Globules humides : état normal 364; état pléthorique, 374 à 432 pour 1000 de sang.

affection chronique, ou chez ceux encore qui ont fait de grandes pertes de sang, que l'état auquel on a donné le nom de *faible constitution*, est surtout caractérisé par une pauvreté de l'organisme en globules rouges. Dans ces divers cas, en effet, l'état général du sujet et les signes extérieurs sont tout à fait analogues entre eux, sauf l'intensité, et contraires à ceux qu'offre un individu pléthorique, ou même de bonne constitution quelques heures après un repas substantiel qui augmente, on le sait, le nombre des globules. On peut donc penser que chez les sujets de faible constitution, il y a, contrairement à ce qui a lieu dans la pléthore, abaissement de la tension artérielle, diminution notable du poids des globules, augmentation de l'eau, variation insensible de la fibrine.

Pour le *tempérament lymphatique* l'état du sang est-il analogue, au degré près, à celui des maladies auxquelles on a donné le nom d'anémie ou d'hydrémie? On peut répondre négativement à cette question. Il est bien certain que, dans l'anémie, la diminution de la fibrine en même temps que de la tension sanguine, c'est-à-dire la moindre quantité de sang contenu dans les vaisseaux, sont des caractères qui la distinguent suffisamment de l'état de santé relatif auquel on a donné le nom de *faible constitution*, et surtout de *tempérament lymphatique*.

Denis[1] donne de la composition du sang dans ces diverses conditions les chiffres comparatifs suivants :

	Globules humides.	Plasma.
Constitution forte (30 ans).	489.5	510.5
Constitution ordinaire (42 ans).	429.0	571.0
Constitution faible, tempérament lymphatique, coïncidant avec la santé (22 ans).	402.9	597.1

Chez les sujets affaiblis, mais non anémiés, le chiffre des globules secs varie de 120 à 110 pour 1000 de sang. Dans tous les cas, le rapport de l'eau du globule à sa partie fixe ne paraît pas changer notablement, et sa richesse en sels reste aussi constante et égale en moyenne à 1,6 de matières minérales pour 100 de globules humides.

Pour une même quantité de plasma sanguin, chez les sujets lymphatiques, la fibrine conserve à peu près son poids normal; mais la quantité de plasma augmentant dans le sang, on voit que

[1] *Mémoire sur le sang*, p. 127.

le chiffre centésimal de la fibrine, relativement au sang tout entier sera d'ordinaire un peu élevé. Même observation pour l'eau rapportée au plasma ou au sang total.

La teneur du sérum en albumine et en sels restant aussi la même, leurs quantités absolues augmenteront dans le sang.

Anémie; hydrémie. — Dans l'*anémie* avec bruits de souffle dans les artères et dans le cœur, il y a certainement quantité de sang inférieure à la normale, et l'on peut en effet faire apparaître ces bruits intermittents ou continus par la saignée répétée[1]. Mais il y a aussi, coïncidant avec l'anémie, état *hydrémique* c'est-à-dire augmentation de l'eau du sang.

Les analyses moyennes donnent dans ces cas les résultats suivants. L'eau augmente : sang normal, moyenne 781 ; sang anémique, eau de 800 à 882 pour 1000. Les globules diminuent : globules secs, sang normal 135, sang anémié de 110 à 39 pour 1000. Le sérum augmente considérablement par rapport aux globules, mais il n'est pas plus aqueux; les chiffres de la sérine et des sels dissous dans le sérum restent normaux, et par conséquent ces principes augmentent relativement au sang total[2]. Enfin la fibrine diminue très-sensiblement dans le plasma, et varie de 2,5 à 1 pour 1000, surtout quand la maladie est arrivée à un degré extrême et dure depuis longtemps; mais dans beaucoup d'états chloro-anémiques encore au début, ou même déjà confirmés, on a souvent trouvé dans le sang autant de fibrine qu'à l'état normal. (*Andral et Gavarret.*)

Dans un certain nombre de cas, l'anémie proprement dite se complique de prolifération exagérée de globules blancs ou de *leucocythémie*.

Leucocythémie; chlorose. — L'état morbide auquel on a donné le nom de chlorose est caractérisé par une diminution très-notable des globules rouges : moyenne à l'état sec, 86 pour 1000 de sang au début; 82 à 77 quand la chlorose est confirmée. D'après Becquerel et Rodier, ces chiffres peuvent osciller entre 110 et 45. L'hémoglobine, dosée par M. Quinquand (*loc. cit.*) varie de

[1] Le docteur Jourdanet a appelé *anoxémie* un état particulier d'anémie, des individus qui habitent les hauts plateaux, anémie qui paraît liée à la difficile oxydation des globules sous l'influence de la diminution de pression atmosphérique.

[2] Dans 33 cas sur 100 on a signalé le passage de l'albumine dans les urines des hydrémiques.

72 et 57 pour 1000 de sang. Corrélativement, l'eau s'accroît et passe de 782 à 810 et 868. Il en est de même de l'albumine. La fibrine oscille entre 2,3 et 5 millièmes.

Si le rapport des globules blancs aux globules rouges se modifie, si les premiers deviennent beaucoup plus abondants qu'à l'état normal, s'il coexiste avec ces altérations du sang un gonflement des ganglions lymphatiques, et une hypertrophie de la rate et du foie, on donne, comme on sait, à cet état spécialement étudié par Hughes Bennett, et surtout par Virchow, le nom de *leucocythémie*[1]. Le sang prend alors les caractères de celui de la veine splénique qui contient beaucoup de globules blancs à l'état normal ; sa coloration est pâlie, il est violacé, couleur lie de vin, parsemé de teintes ou de stries grisâtres ; son caillot est taché de blanc ou marbré par des stries de leucocythes dont le nombre peut arriver à être égal au quart et plus, de celui des globules rouges. Toutefois le rapport des globules blancs aux globules rouges subit des variations notables et rapides chez le même sujet.

Le volume des globules blancs est très-variable dans la leucémie. Celui des globules rouges est en général diminué. Le nombre des globulins est quintuplé ou décuplé, rarement le sang leucémique se coagule normalement. Il se recouvre en général d'une couenne molle. Le caillot devient comme poisseux ; malaxé dans un nouet sous un filet d'eau, sa fibrine se désagrége et passe au travers de la toile.

Le sang leucocythémique est appauvri en globules rouges ; leur poids, à l'état sec, varie de 102 à 50 pour 1000 de sang. Son sérum est aussi moins riche en albumine ; celle-ci peut tomber à 40 et même 36 pour 1000. Le poids de sa fibrine est essentiellement variable, mais il est en général un peu augmenté. Dans

[1] Donné est le premier qui ait dit que l'aspect lie de vin, ou même puriforme, que prend quelquefois le sang dans la chlorose, est dû à la prolifération des globules blancs normaux, ou plutôt à leur non-transformation en globules rouges. (*Cours de microscopie,* Paris, 1844, p 132 et 135). En 1845, Hughes Bennett décrivit pour la première fois cet état morbide du sang comme une maladie nouvelle, et reconnut qu'il est lié à l'hypertrophie du foie et de la rate. Il pensa que cette affection consistait en une prolifération dans le sang de globules de pus. (*Edinb. med. and. surg. journ.*, t. XIV, p. 413.) A la fin de novembre 1845, Virchow distingua plus nettement de la pyohémie cette affection du *sang blanc*, et l'étudia plus complétement. (VIRCHOW, *Arch. f. path. Anat., u. Physiol.*, t. I, p. 547, t. II, p. 587, t. V, p. 41.) Mais il ne rendit ni à Donné, ni à Duplay. (DUPLAY, 1834, *Arch. gén. de méd.*, t. VI, p. 226), ni à Bennett, ce qui leur revient de droit dans cette découverte.

le sang leucocythémique, les matières grasses dépassent la moyenne normale : quelquefois elles viennent former à la surface de la liqueur rouge une couche crémeuse blanchâtre. Isambert et Robin ont trouvé jusqu'à 7,23 de corps gras pour 1000 grammes de ce sang. On a signalé aussi dans ce liquide : de l'acide formique, mais jamais d'acide lactique ; une substance azotée soluble dans l'alcool analogue à la leucine[1] ; de là tyrosine ; des cristaux dérivant de l'octaèdre, qui se forment et augmentent après l'extravasation du sang, cristaux insolubles dans l'alcool et l'éther, solubles dans les alcalis et les acides, un peu solubles dans l'eau, inattaquables par les acides azotique et chromique, très-analogues à la tyrosine, mais qui en diffèrent en ce qu'ils se dissolvent dans l'acide acétique[2]. Schérer a signalé encore dans le sang leucémique un excès d'acide urique et de l'hypoxanthine (1,8 pour 1000); ces deux principes surabondent en même temps dans la rate.

Les substances aptes à se transformer en gélatine par leur coction dans l'eau, manquent dans le sang normal. Or Schérer[3] a reconnu qu'il existait dans le sérum du sang leucémique, une certaine quantité de matières collagènes provenant très-probablement des globules blancs[4]. Cette remarquable observation rapproche la constitution du plasma leucocythémique de celle du tissu conjonctif où existent des corpuscules blancs analogues.

Voici quelques analyses de ce sang si remarquable[5] :

AUTEURS	DENSITÉ DU SANG	DENSITÉ DU SÉRUM	FIBRINE	MATÉRIAUX SOLIDES DU SÉRUM	GLOBULES SECS	MATIÈRES FIXES DU SANG TOTAL	EAU
Drummond.	1041 5	1 26.5	6.0	72.0	67.5	145.5	854 5
Id.	1036.0	1023 0	2.3	67.0	4[illegible].7	119.0	881.0
Id.	1049.5	1029.0	5.0	95.0	80.0	180.0	820.0
Vogel et Strecker. . .	1043.5	1027.0	3.2	80.3	82.3	66.2	833.8
Robertson.	1049.5	1029.0	5.00	95	80	180	820
Isambert.	»	»	1.40	69	69.2	142	858

[1] *Bull. soc. chim.*, t. XVII, p. 181.

[2] Voy. Charcot et Vulpian, *Gaz. hebd.*, 1860, p. 755, et Charcot et Robin, *Comptes rendus soc. biolog.*, 1853.

[3] *Verhand. d. phys. méd. Gesel. zu Würzburg*, t. II, p. 321.

[4] Reichardt a noté dans un cas 4 grammes de gélatine dans 1000 grammes de ce sang.

[5] Nous les empruntons à Ch. Robin, *Traité des humeurs*, (2e édition) p. 272.

Hémorrhagies. — Dans les hémorrhagies qui se produisent pendant la suractivité des fonctions et dans les cas de pléthore, les globules sont en général augmentés dans le sang, tandis que la fibrine y conserve son poids normal. Dans les hémorrhagies ou les congestions *passives*, survenant dans un organisme affaibli par une maladie chronique, dans l'état métrorrhagique qui accompagne l'anémie, dans le scorbut, la maladie de Bright, les maladies du cœur, on trouve les globules de poids normal, ou le plus souvent diminué, et la fibrine abaissée au-dessous de 2 p. 1000. On a observé que dans beaucoup de cas d'hémorrhagies cérébrales les globules sont sensiblement augmentés (155 p. 1000) et la fibrine un peu diminuée (en moyenne, 2,7 p. 1000).

Quand, dans certains organes, le sang s'est épanché hors des vaisseaux, il faut plusieurs mois pour qu'il se résorbe. La fibrine se liquéfie, et il ne reste plus qu'un magma boueux, mêlé de sérosité. Dans les premières semaines, les caillots conservent, grâce à la fibrine, leur aspect strié. La matière colorante disparaît par places, se transforme en pigments et quelquefois en hématoïdine cristallisée. (Voir, à ce sujet, Ch. Robin. *Traité des humeurs*. 2e édit., p. 222 à 228.)

Rhumatisme aigu et phlegmasies en général. — Dans le sang du rhumatisme aigu, et de toutes les phlegmasies franches, le rapport des globules humides au plasma reste à peu près normal ou est diminué, mais la fibrine augmente beaucoup. Elle varie de 4 à 8 et 10 pour 1000 de sang, et croît ou décroît à peu près proportionnellement à l'intensité de la fièvre (Voir le § précédent). Elle ne diminue pas par la saignée répétée. Le caillot est le plus souvent couenneux. Si la maladie se prolonge, la quantité de globules tombe au-dessous de la moyenne. Le plasma, l'eau et les sels ne varient pas notablement dans cette affection[1]; l'albumine, en général élevée, s'abaisse au-dessous de la normale.

Les analyses insuffisantes qui ont été publiées ne permettent pas de savoir si l'acide urique, l'urée et les autres matériaux du sang sont plus ou moins abondants. Mais, d'après Garrod, l'acide urique ne paraît pas augmenter dans le sang pendant cette maladie.

Les analyses suivantes sont d'Andral et Gavarret. (*Mém.*, p. 245.)

[1] D'après Becquerel et Rodier, Andral et Gavarret, l'eau augmente un peu dans le sang total du rhumatisant; elle varie de 790 à 805 pour 1000.

TABLEAU I. — ANALYSES DU SANG DANS LE RHUMATISME ARTICULAIRE AIGU.

CAS	N^os DES SAIGNÉES	DATE DE L'INVASION	FIBRINE	GLOBULES SECS	MATÉRIAUX SOLIDES DU SÉRUM — organiques	MATÉRIAUX SOLIDES DU SÉRUM — inorganiques	EAU
1er	1	3e jour.	4.9	101.3	78.4	8.1	807.3
	2	5	6.6	95.5	78.1	7.9	811.9
	3	7	6.5	85.2	90.5	7.8	810.0
	4	15	5.0	68.1	96.6	6.2	824.1
2e (a)	1	6	6.3	130.0	85.7	6.4	771.6
	2	7	8.2	112.5	80.8	6.8	791.7
	3	10	7.7	106.5	78.0	7.7	800.1
3e	1	8	5.4	125.3	80.7	7.2	781.4
	2	9	7.0	124.9	78.7	7.1	782.3
	3	10	6.1	121.4	78.9	6.8	786.8
	4 (b)	14	5.4	99.6	76.0	6.1	812.9
	5	21	4.1	88.2	73.3	6.0	828.4
4e	1	8	6.1	123.1	84.2	7.8	778.8
	2	9	7.2	120.7	91.2		780.9
	3	10	7.8	112.8	91.4		788.0
	4 (c)	13	10.2	101.0	81.8	8.0	799.0
	5	17	7.0	89.2	81.4	6.5	813.9
	6	28	9.0	83.8	77.3	5.7	826.2

(a) Constitution très-forte.
(b) Les symptômes s'amélioraient quand cette 4e saignée fut pratiquée ; à la 5e ils étaient encore moins intenses. — Longue convalescence.
(c) Les douleurs à l'époque de cette 4e saignée occupaient toutes les articulations ; aux saignées suivantes elles avaient diminué, mais la fièvre persistait.

TABLEAU II. — ANALYSE DU SANG DANS LE RHUMATISME ARTICULAIRE CHRONIQUE.

	I	II (a)	III	IV	V	VI	VII
Fibrine.	5.1	4.1	112.5	3.6	2.9	3.0	2.6
Globules.	106.1	91.7		119.1	122.8	124.9	154.3
Matériaux organiques du sérum.	99.1	97.5	95.7	87.7	100.7	72.1	97.0
Matières minérales du sérum			7.9	7.5		7.0	5.0
Eau.	789.7	806.7	780.2	782.1	773.6	793.0	741.1

(a) 2 saignées avaient été déjà faites avant son entrée à l'hôpital.

Pneumonie et pleuro-pneumonie. — Sang se coagulant lentement[1] ; caillot le plus souvent couenneux ; globules humides et

[1] Polli a observé que dans les maladies qui entravent l'hématose, la fibrine du sang est dans un état particulier (*bradyfibrine*) qui rend sa coagulation très-lente.

plasma dans un rapport normal; fibrine considérablement augmentée plus encore que dans l'affection précédente : elle oscille de 7 et 8 à 12, en moyenne, et sa quantité croît ou décroît avec l'intensité de la fièvre; albumine du sérum en quantité normale d'abord; elle diminue ensuite notablement de 70 à 52, et tombe à mesure que la maladie se prolonge et que s'accroît la fibrine; eau du sang souvent un peu augmentée de 770 à 820 p. 1000, au lieu de 780, chiffre normal.

D'après M. Quinquand, le poids de l'hémoglobine oscille, dans la pneumonie aiguë, de 101 à 96 ; dans la pleurésie aiguë de 91 à 81 pour 1000 cent. cubes de sang.

Il faut encore signaler pendant cette maladie, une augmentation considérable des globules blancs. Pour les bien apercevoir, Donné conseille de traiter le sang, sous le porte-objet du microscope, par une faible quantité d'ammoniaque concentrée : les globules rouges se dissolvent aussitôt, tandis que les globules blancs restent[1]. On peut traiter aussi le sang par l'acide acétique, qui gonfle les leucocythes et les rend transparents, tandis que leur noyau devient visible.

Dans la pleurésie, quand il n'y a pas eu d'épanchement, la fibrine est augmentée : après que l'épanchement s'est produit, il y a encore augmentation de fibrine, mais moindre que dans le cas précédent. Quant aux globules, ils sont en quantité normale quelquefois, mais le plus souvent diminués.

Dans un grand nombre de maladies des organes respiratoires, aiguës ou chroniques, l'albumine du sérum paraît subir une modification qui lui permet de passer dans les urines.

On la trouve dans ces affections inflammatoires du poumon 45 fois sur 100 dans les urines, sans altération des reins (*Finger*).

Nous extrayons encore les analyses suivantes du Mémoire d'Andral et Gavarret. (*Loc. cit.*, p. 254.)

[1] L'ammoniaque finit cependant par les dissoudre.

ANALYSES DU SANG DANS DIVERS CAS DE PNEUMONIE AIGUE.

CAS	N°s DES SAIGNÉES	DATE DE L'INVASION	FIBRINE	GLOBULES	MATIÈRES ORGANIQUES DU SÉRUM	MATIÈRES MINÉRALES DU SÉRUM	EAU
1er. . . .	1	3e jour.	5.2	137.8	79.6	4.4	773.0
	2	4	7.3	125.5	79.8	5.1	782.3
	3	5	6.9	117.4	73.2	7.5	795.0
	4	6	7.5	111.5	75.7	4.9	800.4
2e. . . .	1	4	5.6	133.7	83.2		777.5
	2	5	6.5	131.2	82.3		780.0
	3	6	9.1	128.2	83.2		779.5
	4	7	9.4	102.7	91.4		796.5
3e. . . .	1	4	6.8	118.7	78.3	8.0	788.2
4e. . . .	1	5	7.0	112.0	64.8	7.1	809.1
	2	6	6.5	105.4	60.8	7.0	820.3
5e. . . .	1	10	8.1	129.7	78.6	5.4	778.2
6e. . . .	1	4	7.4	117.0	69.1	6.5	800.0
	2	5	7.5	98.2	66.9	6.2	823.2
7e. . . .	1	8	9.1	100.8	72.0	6.5	811.6

Goutte. — Arthritisme. — Dans cette maladie, la quantité d'acide urique ou d'urates augmente tellement dans le sang, qu'il suffit de traiter le liquide filtré, résultant de la coagulation du sérum, par un peu d'acide chlorhydrique pour qu'il s'y forme des cristaux d'acide urique. Garrod se borne à tendre un ou deux fils dans la capsule contenant le liquide acidulé; du jour au lendemain l'acide urique se dépose tout entier sur les brins. Cet auteur a trouvé, chez les goutteux, jusqu'à 0gr,5 de cet acide par litre de sang[1]. Il s'élimine par les urines, souvent très-brusquement, ou se dépose dans les articulations sous forme d'urate de soude. L'urée paraîtrait exister aussi en quantité surabondante dans le sang de ces malades.

Fièvres éruptives. — Dans la rougeole, la scarlatine, la variole, dans toute fièvre éruptive franche, qui n'est accompagnée d'aucune autre phlegmasie que de celle qui siége à la peau, la quantité de fibrine du sang, d'abord normale au début, faiblit ensuite un peu[2]. La proportion des globules est légèrement augmentée, probablement par la disparition d'une cer-

[1] *Médico-chirurgical Transact.*, t. XXXI, p. 83, (1848).

[2] D'après Andral et Gavarret, dans l'érysipèle la fibrine est notablement augmentée : en moyenne elle est de 5 à 7 pour 1000 de sang, au lieu de 2,5, poids normal; les globules sont le plus souvent un peu diminués.

taine quantité de plasma. Dans la période de déclin de ces fièvres, les vaisseaux se remplissent de nouveau, et le sang s'enrichit en sérum et s'appauvrit en globules. Mais la fibrine n'augmente que lorsqu'une phlegmasie intercurrente vient compliquer la maladie. Elle diminue, au contraire, s'il survient des symptômes adynamiques [1].

D'après M. Brouardel [2], dans la variole, les gaz du sang, et spécialement l'acide carbonique, diminuent notablement, surtout dans les cas graves. Il paraît en être de même dans la scarlatine hémorrhagique. Nous rapportons ici quelques analyses. Elles ont été faites avec du sang *défibriné par battage à l'air*, ce qui a dû augmenter le volume de l'oxygène dissous et combiné ; les nombres sont relatifs à 100 centimètres cubes de sang.

	Variole confluente ; 7e jour, guérison.	Variole hémorrhagique ; mort 3 h. après la saignée.	Variole hémorrhagique ; mort 48 h. après la saignée.	Scarlatine hémorrhagique ; mort 4 h. après la saignée.
Volume total des gaz extraits par le vide. .	58.8	34.2	32.2	44.4
Acide carbonique. . .	35.6	11.0	10.0	19.2
Oxygène..	16.0	15.2	8.8	15.0
Azote.	7.4	8.2	13.6	10.2

D'après ces nombres et par rapport à l'état normal, le volume total des gaz du sang a diminué d'un tiers dans les cas graves ; l'acide carbonique, de plus de moitié ; l'oxygène serait un peu fort, ce qui s'explique par le battage du sang à l'air. Il en est de même de l'azote.

Fièvres intermittentes. — Dans la période d'invasion des fièvres intermittentes ordinaires, les globules diminuent ; l'hémoglobine tombe à 96 et 86 pour 1000 de sang ; le plasma augmente ainsi que l'albumine. Dans la période de réaction, l'eau est éliminée du sang en abondance par les reins et par la peau ; l'albumine elle-même passe souvent dans les urines [3], et le poids des globules, tout en ayant diminué dans le sang total d'une manière *absolue*, augmente cependant relativement au plasma. Quant à la fibrine, elle reste normale. Si la maladie se prolonge, le sang

[1] Andral et Gavarret, *loc. cit.*, p. 289 à 297.
[2] *Union médicale*, 1871, p. 302.
[3] Nérat, *Arch. gén. de méd.*, t. XV, p. 509.

prend le caractère qu'il a dans toutes maladies chroniques, et la fibrine diminue légèrement.

Voici, d'ailleurs, des analyses du sang dans la fièvre paludéenne d'Algérie. Les chiffres suivants sont des moyennes dues à MM. Léonard et Foley[1]; les nombres sont relatifs à 1000 grammes de sang.

	Fièvres paludéennes simples.	Fièvres paludéennes compliquées.
Fibrine	2.5	3.9
Globules	118.8	108.0
Albumine	67.3	65.5
Autres matières du sérum solubles dans l'eau bouillante	10.1	10.5
Matières du sérum solubles dans l'alcool bouillant	2.6	3.0
Matières inorganiques	8.3	7.7
Eau	800.6	811.4

D'après ces nombres, on remarquera que, dans les fièvres intermittentes compliquées d'accidents graves, le chiffre des globules diminue très-notablement, et que la proportion de l'albumine du sérum s'abaisse aussi sensiblement. Cette dernière observation s'explique par l'albuminurie dont ces malades sont le plus souvent atteints. Quant aux globules, ils se détruisent en perdant leur matière colorante. En effet, dans les cas graves, si l'on observe le sang au microscope, on y trouve des particules amorphes de pigments foncés, souvent en abondance si grande qu'ils peuvent obstruer les capillaires, surtout ceux de la rate, du foie et du cerveau, et qu'ils pénètrent jusqu'à la substance même des globules blancs. On a donné à cet état le nom de *mélanémie*. Ce pigment qui se dépose, durant cette affection, dans les ganglions lymphatiques, le cerveau, le foie, etc., provient de la destruction de l'hémoglobine[2].

[1] *Mém. de méd. milit.*, t. L.

[2] Il est difficile aujourd'hui de dire quelle est la nature de la substance mélanique. Elle est formée de granules insolubles dans l'eau froide ou chaude, dans les solutions d'alcalis, l'éther, l'alcool, la glycérine, les acides. Ces granulations ne sont dissoutes ni à froid, ni à chaud, par l'acide sulfurique. Elles résistent à la putréfaction; l'acide nitrique les colore en jaune paille sans donner d'acide picrique. Les analyses de mélanine publiées par les divers auteurs varient si notablement qu'il est très-probable qu'ils n'ont pas examiné les mêmes principes; certains nombres coïncident assez bien avec ceux de l'*hématoïdine ou de la bilirubine* (voir t. II, p. 109), d'autres se rapportent à une matière plus appauvrie en azote et hydrogène, et plus riche en oxygène et carbone.

Ictère. — Dans l'ictère simple, le sang paraît être altéré surtout par la bilirubine et par les matières colorantes de la bile. Chevreul a, dans ce cas, démontré leur présence dans le sérum sanguin, qui est très-manifestement orangé et quelquefois couleur rouille. La sérine, lorsqu'on la précipite, entraîne avec elle une bonne partie de la matière colorante. A mesure que la teinte de la peau se fonce, la couleur des urines augmente, en même temps que les matières fécales se décolorent. Dans l'ictère simple, les matières grasses ne s'accroissent pas sensiblement dans le sang, et la cholestérine reste normale[1].

Dans l'ictère grave, tous les matériaux de la bile sont résorbés par le sang, ou plutôt ne sont plus éliminés par le foie. Le globule sanguin est directement atteint ; il s'altère sous cette influence à peu près comme sous celle de l'arsenic ou du phosphore. Il prend un aspect déchiqueté ; sa matière colorante s'extravase et se transforme en pigments qui tendent à cristalliser et à se déposer dans les organes richement vasculaires. Dans l'atrophie jaune aiguë du foie, dans la cirrhose, comme dans l'ictère grave des pays chauds, les matériaux de la bile n'étant plus éliminés par la glande hépatique, s'accumulent dans le sang. La cholestérine monte à 0,95 pour 1000, et arrive même à 1,185 pour 1000 dans l'ictère consécutif à une cirrhose avancée. (FLINT, *loc. cit.*). Le sang s'enrichit en fibrine (2,5 à 7 p. 1000) et surtout en matières grasses, qui varient de 1 à 6,5 pour 1000. On a signalé, enfin, dans le sang des ictériques une notable proportion de leucine et de tyrosine.

Les accidents de l'ictère grave peuvent être produits, soit par la ligature du canal cholédoque, soit par l'injection de bile dans le sang (*Kühne*), soit par la simple injection des acides biliaires (*Feltz* et *Ritter*)[2], qui seuls sont actifs, et peuvent *à doses ré-*

Quoi qu'il en soit, voici les variations des nombres relatifs aux divers éléments simples qui entrent dans la composition de ces matières pigmentaires :

C varie	. . .	de 46 à 57
H —	. . .	de 4 à 5.98
Az —	. . .	de 7.66 à 13.77
O —	. . .	de 22.7 à 38.7

La matière mélanique ne contient pas de soufre. Elle donne 1,5 pour 100 environ de cendres riches en acide phosphorique.

[1] FLINT. Voir *Abeille médicale*, juin, 1868.

[2] Voyez *Thèses de la Faculté des sciences de Paris*, n° 333, (1872) p. 83.

pétées (1 gramme par kilo de chien) amener la mort de l'animal. Sous cette influence, le sang tend à se décolorer ; on y voit au microscope de nombreux cristaux de matière colorante, les globules se déchiquettent et diminuent de quantité ; la graisse et la cholestérine augmentent beaucoup ; le poids de la fibrine s'élève de $1^{gr},92$ à $3^{gr},20$, et celui des matières extractives de $2^{gr},17$ à $3^{gr},28$.

Pyohémie ; phlébite. — Dans les phlegmasies des parois du cœur, des artères et des veines, on a trouvé du pus dans le sang. Dans la phlébite, le sang est plus fluide et plus noir ; le caillot est diffluent, et le sérum, opalin et jaunâtre, contient souvent un grand excès de globules blancs.

Mais ce ne sont pas là les seules altérations. Les globules rouges peuvent diminuer de un tiers ou d'une moitié relativement à leur poids normal, et si la maladie prend le caractère septique, la matière colorante rouge s'altère et se dissout en partie dans le plasma. Celui-ci augmente proportionnellement à la diminution des globules, s'enrichit en substances solubles et s'appauvrit au contraire en fibrine.

Maladies infectieuses et putrides ; septicémie. — Les maladies qui sont dues à l'action qu'exerce sur l'économie un miasme, un ferment, une matière septique, impriment au sang des changements profonds. Quelques-uns peuvent être aisément constatés : tels sont la diminution du poids des globules rouges ; la dissolution partielle de leur matière colorante ; le passage de leurs sels dans le plasma ; l'appauvrissement du sérum en albumine ; l'abaissement du chiffre de la fibrine ; dans certains cas, l'apparition dans le sang de petits organismes inférieurs (*bactéries*, *bactéridies*)[1]. D'autres altérations éprouvées par le sang soumis aux influences septiques, sont probables, mais non encore démontrées : tels sont les changements éprouvés par la fibrine, et en général, par les matières protéiques dont quelques caractères semblent indiquer qu'elles ont, partiellement au moins, subi un changement d'état moléculaire. L'albumine du plasma semble se modifier au point

[1] *Bactéries ou vibrions* lorsqu'ils sont doués de mouvements oscillatoires, *bactéridies* quand ils sont immobiles. On leur a donné divers noms spécifiques : *Bacterium punctum ou mycrozymas* lorsque ces organismes sont réduits à des points et doués d'une sorte de trémulation ; *bacterium catenula* si les cellules sont réunies en chaînettes ; la disposition des vibrions du sang en bâtonnets (*vibrio baccillus*, *lineola*, etc.) se rencontre dans beaucoup de maladies septiques.

qu'elle passe dans les urines sans qu'il y ait altération ni hypérémie des capillaires rénaux.

Dans toutes les maladies septiques, on trouve des globules rouges ramollis, pouvant s'étirer, adhérer les uns aux autres; les leucocythes sont plus abondants; le caillot est diffluent; la fibrine est incomplétement solidifiable ou peut se reliquéfier au bout de quelque temps; les matières grasses sont augmentées. On constate souvent, dans ces cas, la présence dans le sang de granulations de $0^{mm},001$ à $0^{mm},004$, isolées ou agglomérées, qui nagent dans le plasma ou peuvent s'introduire dans le corps même du globule blanc. Ces granulations, couleur rouille ou brunâtre, semblent être dues à des matières grasses colorées. Elles peuvent être aussi formées en partie de pigments mélaniques (Voir plus haut). Elles résistent à l'action de l'acide acétique.

Le sang septicémique contient plus d'urée et d'acide carbonique, moins de glycose et d'oxygène que le sang normal.

L'absorption de matières putrides, ou leur injection dans le sang produit rapidement la mort. Les effets peuvent être presque instantanés : paralysie du train postérieur, arrêt de la respiration, mort rapide. Magendie, Coze et Feltz, ont vu que le sang extrait des veines de l'animal septicémique développe des accidents semblables chez un individu de même espèce[1]. Ce sang est noirâtre, diffluent, difficilement coagulable; l'animal porte de nombreux foyers hémorrhagiques. Le tissu du foie est ramolli, altéré, brun noirâtre.

Il se produit sans doute aux dépens des matériaux du sang et sous l'influence de l'agent septique, des fermentations spéciales. Depuis longtemps, du reste, Cl. Bernard a fait voir que ce genre d'actions chimiques était éminemment propre à se développer dans le sang[2]. On a, du reste, dit y avoir rencontré, dans ces cas, un excès d'acide lactique, du sulfhydrate et du carbonate d'ammoniaque (*Vogel*)[3].

Fièvre puerpérale. — Injecté aux lapins, le sang puerpéral allume chez eux la fièvre, fait apparaître divers phénomènes ner-

[1] Magendie a observé aussi que le sang d'un cheval soumis à une longue abstinence, développait les accidents les plus graves quand on l'injectait à un animal bien portant

[2] *Leçons sur les liq. de l'organisme*, t. I, p. 485.

[3] Voir, au sujet des fermentations pathologiques, la thèse d'agrégation de l'auteur de ce livre. Paris, 1869, p. 90 et suiv.

veux, produit l'asphyxie, les convulsions et la mort à courte échéance. On remarque dans ce sang des tractus fibrineux abondants, des points mobiles et de petites chaînettes à 2, 3 ou 4 grains, réunis quelquefois en ligne droite ; elles remuent soit dans leur totalité, soit dans leurs articles. Les globules rouges sont déformés; le sang contient un excès d'urée et d'acide carbonique, moins de glucose et d'oxygène libre[1]. Dans cette maladie les globules sont en beaucoup plus petite proportion, d'après les uns, en plus petite, d'après les autres. La sérine est notablement diminuée (58 pour 1000 de sérum en moyenne). On la retrouve en outre 65 fois pour 100 dans les urines sans qu'il y ait altération sensible des reins[2]. On a signalé de l'acide lactique dans le sang puerpéral.

Fièvre typhoïde. — En général, au début de la fièvre typhoïde le poids des globules sanguins est augmenté et la fibrine diminuée; mais à mesure que la maladie se prolonge et s'aggrave, le sang s'appauvrit notablement en globules. Ceux-ci tombent de 125 à 80 pour 1000 de sang (*Andral et Gavarret*)[3]. Le chiffre de l'hémoglobine se maintient toutefois entre 100 et 120 pour 1000 cent. cubes de sang à moins que la maladie ne devienne très-grave, auquel cas il tombe à 96 (Quinquaud, *loc. cit.*). En même temps augmente le plasma, mais dans celui-ci la fibrine diminue et quelquefois si notablement qu'elle peut arriver au chiffre de 0,8 pour 1000. Elle diminue, du reste, d'autant plus que l'état adynamique se prolonge davantage : à peine reste-t-elle normale durant le premier septenaire. Si l'on observe, chez ces malades à un moment donné, une augmentation de la fibrine, c'est qu'il y a quelque part une complication phlegmasique.

32 fois sur 100, Finger (*loc. cit.*) a signalé dans cette maladie le passage de l'albumine dans les urines avec intégrité du tissu rénal. Le docteur Tigri de Sienne, Coze et Feltz, enfin Signol et Megnin, chez le cheval, ont trouvé des bactéridies dans le sang des typhisés[4].

On a signalé la présence de carbonate d'ammoniaque dans le sang et même dans l'air expiré par ces malades.

[1] Coze et Feltz. *Recherches sur la présence des infusoires et l'état du sang dans les maladies infectieuses*, Strasbourg, 1869, p. 21.
[2] Finger, *Arch. gén. de méd.*, t. XVII, p. 358.
[3] *Loc. cit.*, p. 280 et suivantes.
[4] *Compt. rend. Acad. sc.*, t. LXII, p. 1003.

Typhus fever. — Il a été étudié en Irlande par Rodier, en 1847. Dans cette maladie, la densité du sang est en général notablement diminuée. Les globules sont quelquefois un peu au-dessus, d'autres fois au-dessous de la normale. La fibrine était, dans 4 cas sur 6, en quantité plus grande que chez les individus en état de santé.

Urémie. — Chez les sujets auxquels on lie les uretères ou que l'on a soumis à la néphrotomie, la sécrétion de l'eau par les reins ne s'effectuant plus, le sang devient très-riche en eau et en urée. Les animaux sont pris de tremblements et de contractures musculaires, de vomissements et de coma. Les mêmes phénomènes se passent chez les urémiques quelle que soit, du reste, la cause initiale de la maladie (*choléra, maladie de Bright*, etc...), et le sang offre les mêmes altérations. Il se charge dès lors d'urée qui n'est plus éliminée que par l'estomac sous forme de vomissements, et par l'intestin sous forme de diarrhée. Chalvet dans l'*encéphalopathie urémique* a trouvé de 0,09 à 0,12 d'urée pour 1000 de sang[1]. Nous avons, du reste, donné plus haut, les dosages de l'urée dans le sang des malades de Bright atteints d'accidents cérébraux urémiques. Picard ne pense pas que ceux-ci soient dus à l'accumulation de l'urée dans les vaisseaux, mais plutôt à quelques-unes des matières extractives de l'urine[2]. On a déjà dit que Wurtz, Chalvet, Gübler, avaient observé plusieurs cas d'urémie grave, avec accidents nerveux, sans qu'il y eût augmentation d'urée dans le sang. Frerichs, Treitz avaient émis l'hypothèse que l'urée se transformant en carbonate d'ammoniaque, agissait dès lors sur le sang comme une matière toxique. Mais d'après les recherches de Kühne et de Strauch, il ne paraît pas que les symptômes urémiques puissent se rattacher à la présence dans le sang du carbonate d'ammoniaque dérivant de la transformation de l'urée. On a pu, dans quelques cas trouver, en effet, dans le sang urémique des quantités notables d'ammoniaque[3]; mais, dans d'autres cas, il a été impossible d'y déceler trace d'ammoniaque (*Drasche*). C'est donc

[1] *Compte rendu Soc. biolog.*, 1867, p. 140.

[2] Ségallas, dès 1822, avait démontré que l'injection d'urée dans le sang était inoffensive. (*Journ. de physiol. de Magendie*, 1822, p. 359.) Treitz a répété et confirmé ces expériences. Gallois a démontré aussi que l'urée, l'acide urique, la créatine, la créatinine, prises isolément, ou injectées dans les vaisseaux, même à forte dose, ne sont point toxiques et s'éliminent rapidement. C'est donc à d'autres matières excrémentitielles qu'il faut attribuer les accidents urémiques.

[3] Voir Hardy, *Union médicale*, 23 juillet, 1872.

comme le pensent Picard, Chalvet, Gübler, etc., à l'accumulation dans le sang d'autres matériaux que l'urée et le carbonate d'ammoniaque, et probablement à certaines matières extractives, qu'il faut attribuer les accidents urémiques (Voyez Livre III[e]. *Urines. Matières extractives*).

Meisner a signalé dans le sang des urémiques, une grande proportion d'acide succinique, qui se trouve d'ailleurs en petite quantité, dans l'urine normale.

Dans ce sang, l'eau augmente et le poids des globules diminue.

Maladie de Bright. — Dans l'état aigu de cette maladie le sang tend à prendre les caractères précédents; en effet, il y a urémie partielle due au travail imparfait des reins. Le sang devient plus aqueux : l'eau varie de 825 à 865 pour 1000 (état normal 782); il s'enrichit en urée, et s'appauvrit en gl bules. Lorsque la maladie atteint sa troisième période, l'hémoglobine oscille, d'après M. Quinquaud, entre 82 et 110 pour 1000 cent. cubes. Suivant Bright et Babington on peut trouver jusqu'à 1.5 pour 100 d'uree dans le sérum sanguin des brightiques. D'ailleurs, les urines devenant albumineuses, la sérine diminue très notablement dans le plasma (de 70 à 65 et 50 pour 1000), et diminue d'autant plus que les urines sont plus chargés de substances protéiques (*Andral et Gavarret*). La pesanteur spécifique du sang et surtout du sérum s'abaisse; les principes extractis et les graisses sont un peu plus élevés qu'à l'état normal; les sels diminuent dans le sérum. La fibrine reste en général invariable dans le sang des malades atteints de dégénérescence des reins; elle s'élève quelquefois légèrement, probablement avec les complicatians phlegmasiques. Les globules sont un peu faibles.

Dans l'état chronique de la maladie de Bright, la fibrine s'accroît sensiblement, les globules diminuent (108 pour 1000), ainsi que l'albumine (56 pour 1000). La somme des matières grasses et extractives augmente un peu.

Voici quelques analyses dues à Andral et de Gavarret (*loc. cit.*, p. 318).

	I.	II.	III.
Fibrine..	1.6	2.3	3.2
Globules	127.6	61.6	82.4
Matières organiques du sérum . .	61.5	60.8	57.9
Matières minérales du sérum.. .	7.6	7.6	6.9
Eau.	801.7	867.6	849.6

Garrod a trouvé de 0,0012 à 0,0055 d'acide urique dans le sérum du sang des albuminuriques.

Maladies du cœur. — Suivant Becquerel et Rodier, dans l'hypertrophie simple du cœur le poids des globules, celui de la fibrine et celui de l'albumine du sang, sont, chez les sujets robustes, supérieurs à la normale. Dans les endocardites chroniques qui accompagnent les lésions valvulaires, le sujet est en général atteint d'anémie, et la fibrine ainsi que les globules s'abaissent. Dans l'asystolie, M. Quinquaud a dosé de 91 à 125 gr. d'hémoglobine pour 1000 cent. cub. de sang. L'albumine est tantôt au-dessus, mais souvent au-dessous, de la moyenne.

Lorsque la maladie du cœur se prolonge, que l'anémie s'établit, que l'hydropisie ou l'anasarque sont imminentes, la densité du sang diminue de plus en plus; le chiffre des globules s'abaisse au-dessous de 117 pour 1000 ; l'albumine reste normale, à moins toutefois qu'une hydropisie venant à se produire ne la fasse tomber au-dessous de 70. Chose remarquable, dans la plupart de ces cas, la fibrine dépasse la moyenne physiologique.

Quand la maladie s'approche de sa terminaison fatale, le chiffre des globules diminue en s'abaissant rarement au-dessous de 90 pour 1000 de sang; la fibrine décroît et arrive, dans un tiers des cas, à être inférieure à 2 pour 1000; l'albumine tombe, une fois sur trois, au-dessous de la moyenne. La quantité de matières extractives, grasses et salines, est plus faible qu'à l'état normal.

Hydropisie. — Nous venons de décrire l'état du sang dans l'hydropisie mécanique causée par une maladie du cœur, et plus tard entretenue par l'anémie qui en résulte. Si l'hydropisie dépend d'une tumeur abdominale, on remarque, dans bien des cas, un abaissement notable du chiffre des globules (90 pour 1000 de sang) et une élévation de la fibrine au-dessus de 4 pour 1000. Il est difficile de donner l'explication théorique de ces faits.

Les hydropisies qui dépendent d'un cancer, d'une maladie de foie, impriment au sang les caractères de ces affections. Il en existe un grand nombre qui ne sont que symptomatiques. Telles sont celles qui compliquent les diverses maladies cachectiques (*fièvres*, *cancer*, *misère*...), la maladie de Bright, les diarrhées chroniques, les hémorrhagies qui privant le sang de son albumine, le rendent plus aqueux et plus apte à laisser filtrer son plasma à travers les capillaires. Dans tous ces cas, la fibrine reste normale,

les globules sont le plus souvent fortement diminués, et varient, en général, de 100 à 60 pour 1000 de sang; l'albumine s'abaisse très-notablement; elle oscille entre 63 et 45 pour 1000 de sérum.

Maladies de la moelle. — Lorsque les malades sont atteints de paraplégie, on observe le plus souvent un abaissement notable dans le chiffre des globules rouges. Le sujet est du reste anémié, et cet état va le plus souvent en empirant. Le sérum est, en général, dense et riche en albumine; la fibrine est normale, et ne s'élève au-dessus de la moyenne que s'il y a phlegmasie intercurrente.

On ne connaît à peu près rien de l'influence qu'exercent les maladies cérébrales ou mentales sur l'état du sang.

Diabète. — Le sang diabétique se coagule lentement et ne donne qu'un caillot mou, probablement à cause de l'augmentation du sucre. Toutefois Lehmann n'a jamais trouvé, dans ce sang, plus de 0,047 de glucose pour 100 (moyenne, à l'état normal, 0,0007 pour 100). Suivant Pettenkoffer et Voit, l'augmentation du sucre proviendrait, en partie du moins, de ce que les globules seraient incapables de détruire par oxydation le sucre normal. Ces auteurs se fondent sur ce que, malgré l'augmentation d'aliments qu'il absorbe, le diabétique ne consomme pas plus d'oxygène et ne produit pas plus d'acide carbonique que dans l'état de santé, ce qui, suivant eux, serait la preuve d'oxydations imparfaites.

Le plasma du sang diabétique est plus abondant, les globules plus rares qu'à l'état normal; leur poids à l'état sec peut descendre jusqu'à 86 pour 1000 de sang. L'eau augmente et varie de 800 à 910 pour 1000. On sait que le plus souvent l'albuminurie coïncide avec le diabète. Aussi le sérum est-il appauvri en sérine. Enfin la fibrine diminue aussi notablement.

Voici, du reste, deux analyses moyennes de sangs diabétiques :

	Henri et Soubeyran.	*Bouchardat.*
Globules secs.	120.57	118.23
Fibrine.	2.43	1.95
Albumine.	55.48	62.54
Sels, matières extract. et graisses.	5.57	8.51
Eau.	816.15	808.76

Scorbut. — Dans la première période du scorbut, alors que les pétéchies sont peu confluentes, et que les gencives seules sont enflammées, le sang s'appauvrit en globules tandis qu'augmente

son plasma, de sorte qu'en réalité la fibrine est un peu supérieure à la normale (Fibrine, 2,2; 2,6; 3; 3,6; 4,1 pour 1000, d'après *Becquerel* et *Rodier*; 4,4 d'après *Andral*). Le caillot, quoique mou, se forme et se recouvre souvent d'une couenne. L'albumine est variable; les globules sont diminués; les sels de potasse des hématies sont, dans ces éléments, inférieurs de moitié à leur poids ordinaire, et c'est même à cette cause que Garrod et Chalvet attribuent la maladie[1]. Dans quelques cas, la quantité de sels de soude du sérum peut-être un peu augmentée, mais ce n'est point là une règle constante.

Voici deux analyses de sang scorbutique dans cette première période de la maladie. L'analyse I est due à Andral et Gavarret; l'analyse II à Chalvet :

	I.	II.
Eau.	874.83	853.53
Albumine.	»	72.30
Fibrine.	4.42	4.50
Glo ules..	44.40	65.56
Matières extractives.	»	11.32
Cendres du caillot. .	»	3.00

Plus tard, lorsque le scorbut se généralise, le sang devient imparfaitement coagulable, ou non coagulable; abandonné à lui-même il donne une liqueur épaisse, noirâtre, comme striée de raies grisâtres: il offre souvent à sa surface une teinte verte; sa fibrine reste dissoute et le caillot ne se forme pas. On ne saurait douter que dans cette affection le globule rouge et l'hémoglobine n'aient subi une profonde altération indiquée par la teinte verte et la sanguinolence du sérum quand il vient à se séparer. Le poids des globules rouges, pris à l'état sec, est cependant souvent augmenté; les globulins et les leucocythes sont aussi plus abondants. L'albumine diminue dans le sang scorbutique; mais d'après Garrod et Chalvet, la quantité de sels de potasse du sang s'abaisse toujours notablement, tandis que l'alcalinité du liquide augmente, suivant Frémy, Becquerel et Rodier.

Choléra. — Dans le choléra, l'eau du sang est éliminée par les intestins, et avec elle les sels ordinaires du sérum qui peuvent

[1] On comprend en effet que l'absence des légumes dans l'alimentation prive le sang de sels de potasse; aussi a-t-on vu naître cette affection à Paris pendant le siége. On a remarqué de plus que les grands buveurs de vin paraissent échapper au scorbut.

décroître de près de moitié. La diminution du sérum sanguin, est telle que le sang devenu noirâtre prend la consistance d'une gelée de groseille et que la quantité de ses principes fixes peut s'élever au-dessus du double de la normale. En éliminant l'eau du sang, la diarrhée fait monter le chiffre des globules, ainsi que celui de l'albumine ; mais cette dernière peut à son tour traverser le rein et être excrétée avec les urines. En même temps les chlorures et les phosphates de potasse des globules rouges passent par exosmose dans le plasma, et sont partiellement enlevés au sang avec une partie des carbonates alcalins ; on les retrouve dans les liquides intestinaux. Dans le sérum du sang cholérique le chlorure de sodium est supérieur de un tiers à son poids normal ; la proportion de matières grasses est presque triplée ; la fibrine varie peu.

Du reste, le choléra se complique en général des phénomènes urémiques. Le sang se charge alors d'urée, malgré l'élimination souvent très-active de cette substance par la peau, les intestins et l'estomac. Voit en a trouvé $2^{gr},43$ dans 1000 gr. de sang cholérique ; Chalvet jusqu'à $3^{gr},60$ dans 1000 gr. de sang défibriné. Quelques auteurs paraissent y avoir aussi rencontré du carbonate d'ammoniaque (Voir plus haut *Sang urémique*).

Tuberculose. — Chez les phthisiques, le sang présente les caractères généraux des maladies chroniques. Les globules sont diminués de quantité et d'autant plus que la maladie progresse davantage. Leur poids, à l'état sec, varie de 125 à 100 et peut tomber à 80 pour 1000 sous l'influence de l'hémoptysie et de la diarrhée. Quant à l'hémoglobine, elle s'abaisse très-notablement aussi, et tombe, vers la troisième période, aux chiffres de 106, 91, 62 et 48 pour 1000 cent. cub. de sang (Quinquaud, *loc. cit.*). L'eau oscille entre 784 et 845 pour 1000.

La fibrine, en général diminuée dans les deux premières périodes de la maladie, peut s'élever au-dessus de la normale dans la troisième, peut-être à cause des phlegmasies partielles qui s'établissent autour des foyers tuberculeux. Le sang des phthisiques donne un caillot diffluent. Les matières grasses s'élèvent à peine au tiers de leur poids dans l'état normal.

Syphilis. — Dans cette maladie, l'eau du sang diminue légèrement ; elle varie de 780 à 777 pour 1000. Le sel marin s'abaisse de 4 à 3,4 pour la même quantité de liquide.

Scrofule. — Cancer. — Dans la scrofulose, le sang se coagule imparfaitement ; il est pauvre en fibrine et en globules. Ceux-ci paraissent, en outre, sensiblement aplatis ; quelques-uns sont comme déformés, échancrés. Dans le cancer, les caractères généraux du sang sont ceux qu'on observe, en général, dans les maladies chroniques. Les globules sanguins diminuent considérablement ; l'hémoglobine, qui leur est proportionnelle à l'état de santé, tombe d'après M. Quinquaud, de 127 grammes pour 1000 cent. cub. de sang normal, aux chiffres de 57, 48 et 43. Le dosage de la matière colorante est donc un précieux élément de diagnostic différentiel qui permet de distinguer le cancer des autres affections, tels que kystes, tumeurs fibreuses, etc., qui pourraient être confondues avec lui. Quand la cachexie cancéreuse se généralise et s'aggrave, il arrive quelquefois qu'on ne trouve plus dans les vaisseaux qu'un liquide gris ou rougeâtre, grumeleux, assez semblable à de la sauce ou au pus des abcès froids.

Maladies saturnines. — Chez les sujets soumis à l'empoisonnement par le plomb, et souffrant de coliques saturnines, Andral et Gavarret ont toujours trouvé un notable abaissement du poids des globules rouges, quel que fût d'ailleurs l'état de l'individu, et même alors qu'il se nourrissait bien. Ces auteurs donnent, pour un malade qui était dans ce dernier cas, l'analyse de sang suivante.

Fibrine.	2.8
Globules à l'état sec	83.8
Matériaux solides du sérum.. . . .	78.1
Eau.	835.3

L'eau du sang est donc augmentée, les globules fortement diminués, la fibrine normale. Ajoutons toutefois que, suivant Pope, celle-ci serait presque toujours en quantité surabondante : 6,14 pour 1000 en moyenne.

Dans un intéressant et consciencieux travail sur la numération des globules sanguins[1], M. Malassez vient de nous apprendre que le nombre des globules rouges qui, chez l'homme en santé, est de 4500000 par millimètre cube de sang, tombe à 3300000 et 2500000 et même au-dessous, chez les saturnins ; leur sang peut donc contenir deux fois moins d'hématies qu'à l'état normal. Cet

[1] Recherches sur l'anémie saturnine. *Gaz. médic. de Paris*, 3 et 10 janvier 1874.

baissement du nombre des globules est proportionnel à la durée et à l'intensité du mal, et le chiffre coïncidant avec l'état de santé ne se rétablit que très-lentement lorsque le sujet est soustrait aux causes qui entretiennent la maladie.

Si les globules rouges sont moins nombreux chez les saturnins, ils sont en revanche plus volumineux. Leur diamètre varie de $0^{mm},009$ à $0^{mm},0095$, au lieu de $0^{mm},007$ à $0^{mm},0075$ qu'ils ont à l'état normal. Au point de vue de la surface totale des globules, l'augmentation dans la dimension ne compense pas la diminution du nombre [1].

CHAPITRE II

MODIFICATION DANS LA COMPOSITION DE LA LYMPHE ET DU CHYLE

Les modifications pathologiques de la lymphe n'ont pour ainsi dire pas été étudiées [2].

Dans certaines tumeurs du foie, de l'utérus et de ses annexes, les lymphatiques de ces divers organes peuvent, d'après Ch. Robin, se remplir d'une matière grisâtre, demi-solide. Si on l'examine au microscope, on la voit formée surtout de gros globules blancs, devenus granuleux, et ayant en partie subi la dégénérescence graisseuse.

Il en est à peu près de même du contenu des lymphatiques de l'utérus et de ses ligaments larges. Leurs vaisseaux blancs sont souvent distendus, pendant l'inflammation de ces organes, par une substance épaisse, blanchâtre ou jaunâtre, ayant de grandes analogies avec le pus, mais plus solide que lui. Elle est principalement formée de leucocytes, les uns normaux, les autres granuleux et fortement gonflés. Ces éléments anatomiques sont moins nombreux que dans le pus des abcès des mêmes organes.

[1] D'après les recherches de Manassein (citées dans le travail précédent et *Arch. de Virchow*, 1872), la quinine, l'alcool, l'acide cyanhydrique, l'oxygène, absorbés ou injectés dans les veines augmentent aussi le volume du globule ; la morphine à dose narcotique, et surtout l'acide carbonique, produisent l'effet inverse. Ce dernier gaz peut réduire de un quart le volume des hématies.

[2] Voyez Robin, *Traité des humeurs* [2], p. 300.

On trouve quelquefois aussi les lymphatiques remplis d'une matière grisâtre très-riche en leucocytes, sans qu'il y ait nulle part développement de phénomènes inflammatoires.

Enfin, dans les lymphatiques développés au sein des tumeurs cancéreuses, on rencontre souvent un très-grand *nombre de cellules* d'épithélium à peu près normal, peu granuleuses, et sans déformation sensible.

LIVRE III

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DES SÉCRÉTIONS ET DES ORGANES SÉCRÉTEURS.

Comme l'indique son titre, ce IIIe Livre comprend l'étude des modifications anormales des principales glandes et de leurs produits, et spécialement celle des urines pathologiques, des sédiments et des calculs urinaires, de la bile, des sueurs, du lait et du sperme pendant les maladies.

Les dégénérescences proprement dites, dont les diverses glandes peuvent être le siége sont renvoyées au Livre VIe.

CHAPITRE PREMIER

REIN DANS LES ÉTATS PATHOLOGIQUES

Les modifications que subit le rein dans les divers états pathologiques n'ont guère été jusqu'ici étudiées que sous le microscope. Nous n'avons pas l'intention de décrire, dans ce chapitre les altérations de structure, les dégénérescences et les tumeurs du rein. Pour se renseigner à ce sujet *d'une manière générale*, le lecteur consultera le Livre VIe, relatif aux *Altérations pathologiques des tissus*. Nous nous bornerons à donner ici quelques indications rapides.

A la suite des inflammations aiguës ou chroniques du rein, dans la néphrite, les intoxications diverses, la septicémie, les fièvres éruptives graves, etc., les cellules épithéliales des canalicules urinifères se tuméfient et se chargent de fines granulations qui semblent être de nature caséinique, car elles disparaissent sous

l'influence de l'acide acétique. Si la néphrite se prolonge, à côté de ces molécules albumineuses se montrent des granulations plus grosses, plus réfringentes; ce sont des gouttelettes de graisse solubles dans l'alcool et l'éther : les cellules ainsi transformées ont subi la dégénérescence graisseuse. Si la néphrite augmente encore d'intensité ou devient chronique, de nombreux abcès purulents peuvent se former dans le tissu conjonctif interstitiel ou dans les conduits urinifères.

Chez les leucocythémiques, le rein présente quelquefois des amas multiples de globules blancs épanchés des vaisseaux dont ils proviennent, et qui se sont rompus sous une trop forte distension [1]. Dans ces deux cas, les leucocythes se rencontrent plus ou moins abondamment dans les urines.

Chez les goutteux, il se fait dans les canalicules urinifères des dépôts amorphes d'urate de soude, sur lesquels s'implantent ensuite de longs faisceaux d'aiguilles prismatiques, s'irradiant dans les tissus voisins [2]. Des infarctus analogues se produisent quelquefois dans la néphrite rhumatismale, surtout dans les cas d'endocardite (*S. Chomel*). Autour de ces cristaux d'urates, se forment des dépôts de sang coagulé, de fibrine ou de pus.

Dans les maladies du foie avec ictère chronique, les reins qui sécrètent sans cesse une quantié notable de pigments biliaires, deviennent souvent, d'après Frerichs, le siége de dépôts formés de granulations de matières colorantes jaunes d'origine hépatique. On retrouve habituellement alors ces substances dans les urines.

Dans la *tuberculose* du rein, les granulations grises envahissent la substance conjonctive, puis successivement les masses de tubercules deviennent caséeuses, et se ramollissent à peu près comme il arrive pour le poumon (Voy. Livre V[e]). La matière tuberculeuse peut alors se rencontrer dans les urines en même temps que des globules de pus ou du mucus, et les cellules épithéliales altérées. Nous y reviendrons à la fin du chapitre suivant.

[1] Voir Charcot et Cornil. *Compt. rend. Soc. biologie* (1863), t. V, p. 139.
[2] Olivier et Ranvier. *Arch. de physiolog. norm. et pathol.*, 1869, p. 407 et 518.

CHAPITRE II

DES URINES PATHOLOGIQUES
SÉDIMENTS ET CALCULS URINAIRES

Le diagnostic et le pronostic d'un grand nombres d'états morbides peuvent être singulièrement éclairés par l'étude attentive des urines. Ce liquide que le rein distille sans interruption, témoigne pour ainsi dire d'instant en instant du fonctionnement normal ou irrégulier de la nutrition, de la respiration, de la circulation. Pour le médecin instruit et circonspect, le poids, la nature et les variations de l'ensemble des substances que ces urines dissolvent, sont plus que des indices de l'état de l'économie, ce sont des signes certains, constants, exactement mesurables, tout aussi éloquents que ceux que fournit le pouls et la température du malade, et cent fois plus variés. On ne saurait donc trop étudier l'état des urines pendant les maladies, et trop consulter, avec des yeux éclairés, ce livre sans cesse ouvert, où la nature inscrit à tout heure le bilan de l'organisme.

Nous diviserons cet important chapitre de la façon suivante :

(A). — Changements observés dans les caractères généraux des urines;

(B). — Changements quantitatifs dans leurs principes normaux;

(C). — Apparition de principes urinaires anormaux, tels que *sucre*, *albumine*, *sang*, etc.;

(D). — Sédiments et calculs urinaires.

A propos de chacun des matériaux des urines pathologiques, nous aurons à dire non-seulement ce que l'on sait de leurs variations mais aussi à indiquer leur origine et à donner leur signification. Nous décrirons aussi dans ce Chapitre quelques procédés pratiques de recherches plus spécialement destinés au médecin[1].

[1] On consultera avec fruit sur cet important sujet le *Traité des urines* de Beale; le *Traité de l'urine et des sédiments urinaires* de Neubauer et Vogel, Paris, 1870; les *Notions et considérations cliniques sur l'urine* de F. Roncati; et surtout le *Traité des humeurs* de Ch. Robin, ainsi que les ouvrages signalés dans le courant de ce chapitre.

ARTICLE PREMIER

DES URINES PATHOLOGIQUES PROPREMENT DITES

§ 1. — CHANGEMENTS OBSERVÉS DANS LES CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE L'URINE.

Les seules observations relatives aux urines pathologiques qui fussent autrefois faites avec soin par le médecin, avaient trait à la quantité, à l'aspect, à la couleur, à l'odeur, à la saveur de l'urine. Bien que les indications que fournissent ces caractères physiques soient, en général, un peu vagues, elles peuvent être encore, dans certains cas, assez précisées pour qu'on en tire d'utiles renseignements.

Quantité. — Les variations dans les quantités d'urine émise peuvent être chroniques, diurnes ou horaires.

Dans les maladies chroniques, la quantité d'urine sécrétée peut rester longtemps anormale. Il est bon dans ces cas d'établir une moyenne propre au malade, en mesurant ses urines pendant plusieurs jours (un mois, par exemple), et divisant la quantité totale par le nombre de jours. Les variations diurnes de la maladie devront être rapportées à cette moyenne, qui variera elle-même lentement en s'approchant ou s'éloignant de celle qui est propre à l'état de santé. Les courbes graphiques faites sur papier quadrillé sur lequel on rapportera tous les jours ou plusieurs fois par jour les données de l'observation, permettront de suivre très-nettement ce genre de phénomènes et de lire des yeux leurs variations.

Les influences journalières de la maladie ou des remèdes modifieront les quantités diurnes d'urine excrétée; on les mettra en évidence en constatant le volume de l'urine émise d'heure en heure, ou plus simplement de 6 en 6 heures, pourvu qu'on choisisse avec soin le début de la période[1].

Il sera bon dans tous les cas de rapporter tous les nombres a *poids du kilogramme du sujet expérimenté.*

On doit se rappeler qu'un kilo d'adulte sécrète en moyenne p

[1] La période diurne de 12 heures doit commencer le matin après que le malade aura rendu les urines de la nuit.

heure 0c.cub.,80 à 0c.cub.,82 d'urine; mais ces nombres ne sont plus les mêmes chez le vieillard et chez l'enfant. Ils augmentent chez les personnes qui boivent beaucoup, et varient aux diverses heures du jour et de la nuit. Il faudra de plus prendre en considération l'ingestion plus ou moins grande d'eau et de tisane, les sueurs et les diverses évacuations aqueuses, telles que la diarrhée, les sécrétions anormales, etc.

Le physiologiste et le médecin ont à tenir compte de toutes ces circonstances quand ils veulent conclure, et d'autant plus que tous les nombres relatifs aux dosages des matériaux de l'urine seront rapportés à la quantité qui en est émise par jour ou par heure.

Le volume d'urine évacuée par jour peut varier comme il suit :

Adultes s'abstenant de boissons ou buvant extrêmement peu. Urines en 24 heures . . . . .varient	de 800 à 1000c.cub.
Adultes buvant moyennement.	de 1250 à 1400c.cub.
Adultes buvant et mangeant beaucoup. .	de 1400 à 1650c.cub.
Adultes buvant beaucoup et faisant en même temps beaucoup d'exercice. . .	de 1600 à 3000c.cub.

Ces variations dans le volume de l'urine émise peuvent être plus grandes encore. Qui ne sait que par une application digne d'un plus beau résultat, le buveur de bière émérite arrive à boire, en une heure, 4 kilos de cette liqueur, et à produire pendant plusieurs heures consécutives jusqu'à 600 cent. cubes d'urine, c'est-à-dire de 4 à 8 fois la quantité normale !

En général le médecin préfère mesurer que peser. Il est bon qu'il ait dans son hôpital ou chez son malade un ou deux vases d'un litre gradués en centimètres cubes, pour mesurer la quantité totale de l'urine émise, et un vase d'un demi-litre dont le goulot, de la grosseur du pouce, porte le trait indiquant la capacité. Si l'on a déterminé une fois pour toutes le poids de ce vase vide et sec, il suffira de le remplir exactement d'urine jusqu'au trait et de peser pour avoir le poids spécifique de l'urine. Le médecin doit se rappeler qu'en agisssant sur de grandes quantités (un demi-litre par exemple), il suffit d'une balance relativement grossière, pouvant permettre de juger le demi-gramme avec une charge d'un demi-kilo dans chaque plateau pour obtenir le poids de l'urine au millième près. En divisant ce poids ainsi évalué par

la capacité du vase, connue une fois pour toutes, on peut donc facilement et rapidement obtenir la densité de l'urine avec trois décimales exactes.

Or nous avons vu (t. II, p. 12) que les deux dernières décimales de cette densité multipliées par le chiffre 2,2, représentent le poids du résidu fixe que laisserait l'urine par son évaporation[1]. Le médecin pourra donc connaître par une simple pesée relativement grossière et toujours rapide, la principale caractéristique de l'urine de son malade, et l'on verra plus loin combien est précieuse cette détermination du poids des matériaux urinaires dissous.

Pour l'application de l'importante règle qui précède, je prends un exemple. Un malade a rendu, en 24 heures 950 cent. cubes d'urine, conservée et mesurée à 14° ou 16°. J'en remplis jusqu'au trait le ballon de 500 cent. cubes qui pèse vide 300 grammes. La pesée donne $809^{gr},5$. Les 500 cent. cubes d'urine pèsent donc $509^{gr},5$ et le litre 1019 grammes. Le litre d'eau pesant 1000 gr. la densité de l'urine émise est de $\frac{1019}{1000} = 1,019$. Le poids du résidu fixe que laisserait le litre de cette urine est donc par litre, d'après la règle rappelée plus haut, de $19 \times 2,2 = 41^{gr},8$. Pour les 950 c. cubes d'urine rendus par le malade en 24 heures, ce résidu total serait donc de $39^{gr},71$. Tel est le poids du résidu fixe des urines excrétées par le sujet dans cette journée.

On voit à combien de notions utiles on arrive d'emblée *par une simple pesée.*

L'activité des reins est un fait très-complexe mais qui dépend principalement de l'énergie de la nutrition. Aussi doit-on s'attendre à voir dans les maladies chroniques la quantité d'urine diminuer sensiblement et tel est, en effet, le résultat de l'observation. La phthisie pulmonaire peut toutefois faire exception à cette règle très-générale.

Toutes les maladies accompagnées d'altération des centres nerveux, les maladies du foie, du cœur, surtout à leur dernière période, les affections fébriles, celles qui s'accompagnent d'évacuations alvines, font diminuer la quantité d'urine sécrétée. En général, l'hydropisie est une des maladies où l'affaiblissement de l'activité rénale est des plus marquées.

[1] On sait que pour les urines albumineuses ou sucrées cette règle ne peut s'appliquer.

Vers la fin des maladies aiguës ou chroniques le volume de l'urine émise diminue encore, soit qu'il y ait trouble dans l'activité nerveuse générale, soit que le mouvement d'assimilation et de désassimilation s'affaiblisse beaucoup. Les affections chroniques où la quantité d'urine est un symptôme fâcheux, telles que la polyurie sucrée ou non sucrée, n'échappent pas à cette dernière loi. Pendant les maladies qui s'accompagnent de flux intestinaux abondants, le volume des urines diminue très-notablement. Dans l'albuminurie aiguë on l'a vu descendre quelquefois au-dessous de 200 cent. cubes par jour.

Au contraire, l'urine augmente de quantité dans l'albuminurie chronique ; elle peut dépasser alors quatre litres. Elle augmente aussi dans la glycosurie et la polyurie non diabétique, dans certaines névroses telles que l'hystérie, l'épilepsie, etc.

Dans les maladies aiguës, le volume des urines diminue beaucoup. On sait même qu'elles peuvent disparaître quelquefois complétement, comme dans la période algide du choléra. La diminution de la quantité d'urine émise a lieu surtout pendant l'état fébrile ; elle augmente et dépasse souvent la normale pendant la défervescence et quand la convalescence s'établit; elle diminue ou augmente graduellement suivant que la maladie marche vers une issue fâcheuse ou favorable.

Trouble et limpidité. — Chez l'homme, l'aspect trouble de l'urine au moment où elle sort de la vessie n'a de signification que quand on en a déterminé la cause. Il indique un vice de nutrition générale, une dégénérescence ou une altération de la vessie ou des reins. Quant aux dépôts formés par le refroidissement de l'urine, ils constituent souvent un signe favorable et indiquent une crise heureuse de l'affection fébrile.

L'urine humaine dès qu'elle devient jumenteuse ou que, par son refroidissement, elle donne un abondant dépôt, indique un état anormal de la nutrition. Les sédiments jaunâtres produits dans ces cas sont le plus souvent formés par des urates alcalins ; les sédiments gris par des phosphates et carbonates terreux, par du phosphate ammoniaco-magnésien, de l'oxalate de chaux. Ces divers sels ne se déposent qu'après que l'urine s'est refroidie hors de la vessie (Voy. plus loin : *Sédiments urinaires*).

L'urine peut être trouble au moment même où elle est expulsée. Si elle a une teinte louche ou blanchâtre, elle peut tenir en

suspension des parcelles de phosphate de chaux, du mucus, des urates, de la fibrine, des épithéliums, du pus, des ferments; quelquefois, mais rarement dans nos pays, plus souvent dans les pays chauds, des globules de graisse (*lymphurie*). Si l'urine contient des éléments figurés, tels que globules de pus, cylindres fibrineux, épithéliums rénaux, il pourra se faire dans beaucoup de cas qu'elle soit en même temps ammoniacale ou visqueuse. Enfin elle pourra présenter la teinte brique pilée, lorsqu'elle contiendra, comme dans les accès de goutte, une grande quantité d'urates acides.

Les urines très-limpides se rencontrent dans presque tous les cas de polyurie, dans le diabète, les maladies nerveuses, etc.

Couleur. — La couleur des urines morbides varie du jaune pâle au rouge brun et même au brun noirâtre. Ces diverses teintes peuvent tenir aux variations des pigments urinaires normaux, ou provenir de l'apparition de matières colorantes nouvelles. Toute urine de couleur jaune, jaune ambrée ou même un peu rougeâtre peut contenir les pigments ordinaires en quantité inférieure ou supérieure à la normale. Ce sont des urines diluées ou concentrées. Dans les fièvres, la fièvre hectique, les diverses maladies aiguës, l'urine est rare et chargée de matériaux dissous ; on conçoit donc que sa teinte se fonce presque toujours dans ces cas. Si la couleur d'une urine est rouge, rouge brun, brunâtre ou verdâtre, elle peut contenir des pigments que l'on n'y trouve pas à l'état normal. Ainsi la matière colorante qui donne la couleur rouge à l'urine des fiévreux, et surtout à celles que l'on appelait autrefois *urines hæmaphæiques*, est une substance qui ne se rencontre pas ou en très-minime proportion, dans les urines normales, et qui dérive très-nettement de la bilirubine. Jaffé[1] lui a donné le nom d'*urobiline*. Nous en avons déjà dit un mot (t. II, p. 29 et 109). Elle peut s'obtenir artificiellement, comme l'a fait Maly, par l'hydrogénation de la *bilirubine* au moyen de l'amalgame de sodium. L'urobiline isolée est une poudre jaune rougeâtre, soluble dans les alcalis, qui ne verdit pas à l'air, et qui se dissout dans l'eau alcalinisée et l'alcool. L'acide nitrique lui communique une belle couleur rouge vif, l'acide chlorhydrique la fait passer au violet ou au rouge violacé.

[1] *Arch. gén. de méd.*, 1873, t. XXI, p. 100.

Les urines peuvent contenir un excès de matières aptes comme l'indican à se transformer en pigments soit spontanément soit sous l'influence des acides, sans que la coloration du liquide qui sort de la vessie en soit beaucoup augmentée. Ces substances capables de donner des matières colorantes par leur dédoublement n'ont souvent, comme on le sait, qu'une teinte très-faible, mais on en fait apparaître les dérivés colorés en ajoutant à une quinzaine de grammes d'urine 20 à 40 gouttes d'acide chlorhydrique fumant. L'indican donne alors de l'*urrhodine* rouge et de l'*uroglaucine* bleue (Voir t. II, p. 27) et l'urine passe successivement au violet, au mauve et au bleu et peut même donner un dépôt d'indigo.

Sous l'influence d'une fermentation dite spontanée, de la production du carbonate d'ammoniaque, ou par l'effet de causes peu connues, l'indican, s'il est en grande quantité dans l'urine, se transforme en uroglaucine bleue et urrhodine rouge ; de là les urines bleues, violettes ou vertes que l'on a quelquefois signalées, et les sédiments colorés contenant les deux substances ci-dessus.

Toutes ces couleurs sont dues à une exagération des pigments normaux des urines, et ne doivent pas être confondues avec celles que l'*urobiline* de Jaffé leur communique surtout pendant la fièvre.

Parmi les autres matières colorantes qui peuvent se rencontrer dans les cas pathologiques, celle du sang, et celles de la bile sont surtout importantes à signaler.

L'*hémoglobine du sang*, pure ou altérée, colore l'urine en rouge vif, en brun et même en noir. Il est rare dans ces cas qu'on ne trouve pas au microscope des corpuscules sanguins dans les sédiments, à moins que l'urine ne soit alcaline ; ce liquide contient en outre de l'albumine [1].

Les urines chargées de *pigments biliaires* sont colorées en brun, rouge, vert ou vert foncé. Elles colorent le linge et le papier en jaune. Si l'on y verse de l'acide azotique concentré contenant des vapeurs nitreuses, de telle manière que l'acide tombe sur la paroi

[1] Les pigments du séné et de la rhubarbe passent aussi dans les urines qu'elles colorent en rouge ou brun rougeâtre. Mais les acides minéraux rendent cette couleur moins vive, tandis qu'ils augmentent celle qui est due au sang, et la potasse fait passer au rouge la couleur jaune foncé de la rhubarbe. La garance, les mûres, colorent les urines en rouge. L'indigo passe dans les urines qu'il teint en bleu verdâtre.

On a souvent aussi confondu les urines riches en urobiline, ou *hémapheiques*, avec des urines chargées de matière colorante du sang. Mais pour affirmer la présence de ces dernières, il faut s'assurer de l'existence des globules sanguins.

du verre sans se mélanger entièrement à l'urine, il se forme à la surface de contact des deux liquides une zone qui devient successivement bleue, violette, rouge et jaune; l'urine peut contenir encore, dans ces cas, des acides biliaires (V. plus loin : *Passage des matériaux de la bile dans l'urine*).

On a signalé des urines qni deviennent brunes ou noires à l'air. Cette coloration serait due à une substance caractéristique du cancer mélanique. Ces urines contiennent, outre une grande quantité d'indican, un corps colorant précipitable par l'acétate de plomb, et qu'on redissout en reprenant le dépôt plombique par une solution de carbonate de soude. Si l'on précipite cette solution par le chlorure de baryum, si l'on traite par l'ammoniaque aqueuse qui dissout la matière pigmentaire, enfin si l'on évapore, la matière colorante se présente sous forme d'une substance brune, hygrométrique, azotée, exempte de fer soluble dans l'eau et dans l'alcool (*Hoppe-Seyler*).

Dans toutes les affections fébriles aiguës, la couleur de l'urine s'exagère, et dans les empoisonnements du sang elle devient extrêmement foncée. Ceci a surtout lieu dans les maladies typhiques, la septicémie, et dans les empoisonnements par les gaz vénéneux. On peut dans ces cas étendre indéfiniment les urines sans arriver à les décolorer. Les urines foncées des maladies fébriles aiguës sont toujours chargées de matières fixes.

Dans les fièvres septiques, le typhus, le scorbut, les fièvres intermittentes graves, le sang diminue de plasticité et peut passer à travers les membranes du rein. Les urines prennent alors la couleur de bouillon foncé, et peuvent contenir soit des globules rouges et de l'hémoglobine dissoute, soit de l'urobiline en excès. Il peut se faire, en effet, que la cause de cette coloration soit une transformation accidentelle de la matière colorante du globule, ou qu'elle provienne d'une hémorrhagie légère des reins ou de la vessie.

Au contraire dans les maladies chroniques, chez les anémiques, les chlorotiques, les diabétiques surtout, souvent chez les convalescents, l'urine devient très-pâle. Les urines sécrétées pendant les accès nerveux, sans fièvre, sont aussi fort peu colorées. Cette absence de matière colorante indique que les globules sanguins sont, dans les vaisseaux, en petite quantité, ou que leur matière colorante ne subit que difficilement ses transformations habituelles,

car l'on sait que les pigments de l'urine (et tout au moins l'urobiline des urines de fiévreux) paraissent être en rapport très-connexe avec l'hémoglobine du sang. Dans toutes les urines peu colorées, sauf le cas du *diabète sucré*, le poids du résidu sec est au-dessous de la normale.

Il faut se rappeler qu'une exagération de couleur peut n'être due qu'à une diminution du volume des urines, sans que pour cela la quantité totale du pigment sécrété par le rein augmente dans les vingt-quatre heures.

Les urines brunes, brun rouge ou verdâtres, peuvent être colorées par les pigments biliaires. On a dit comment on les reconnaît; les urines verdâtres se rencontrent surtout chez les individus anémiés ou scrofuleux. Dans l'ictère simple, la couleur de l'urine varie du jaune doré au brun; elle présente des reflets verts et est dichroïque. Dans l'ictère grave, l'urine de teinte variable, du rouge ambré au brun, tache à peine le linge en couleur saumon.

Dans certaines fièvres continues, dans la fièvre typhoïde et les fièvres graves, il se fait dans les urines, surtout si on les acidifie légèrement par l'acide chlorhydrique ou nitrique, un dépôt de matière bleue soluble dans l'éther et le chloroforme.

Odeur. — L'odeur propre des urines est peu vive et rappelle légèrement celle de la bile au moment où elles sont rendues. Toute autre odeur indique un commencement de décomposition qui a pu se produire, soit depuis l'émission de l'urine, soit avant sa sortie de la vessie. L'odeur *urineuse ou ammoniacale* au moment de la miction, est le plus souvent accompagnée d'un commencement de décomposition de l'urée et de ses congénères provoquée par les matières que l'on trouve dans ce cas en suspension dans les urines, telles que mucus vésical, pus, sédiments divers.

L'état ammoniacal des urines indique une altération de la substance des reins, ou une inflammation vésicale. Sous l'influence du mucus, et surtout de celui qui est sécrété par le col de la vessie enflammée, le liquide urinaire quoique rendu alcalin par de l'ammoniaque, prend souvent une odeur nauséabonde bien différente de l'odeur ammoniacale franche qui est extrêmement rare, et que l'on ne trouve guère au moment de la miction, si ce n'est toutefois quand, le malade ayant été sondé, du ferment ammoniacal a pu être mécaniquement introduit dans la vessie.

Dans certaines maladies inflammatoires aiguës, telles que la

pneumonie, le rhumatisme, l'odeur de l'urine s'exalte beaucoup. Dans certaines fièvres graves, ce liquide sent la *souris*.

Certains aliments ou médicaments (tels que les asperges, le safran, l'essence de térébenthine, le cubèbe, impriment aux urines une odeur spéciale. M. Gübler a signalé dans la lymphurie l'odeur sulfureuse des urines.

§ 2. — CHANGEMENTS QUANTITATIFS PORTANT SUR LES PRINCIPES URINAIRES NORMAUX.

Les principes qui existent normalement dans les urines changent de proportion durant les diverses affections morbides. Les variations de l'urée, de l'acide urique, des matières extractives, des sels, du résidu fixe, et les changements survenus dans la densité et l'acidité des urines, peuvent donner de très-précieuses indications au médecin.

Réaction de l'urine. — On a dit (t. II, p. 10) que l'urine humaine présente le plus souvent une réaction acide au sortir de la vessie[1], et qu'en moyenne cette réaction disparaît par l'addition de $1^{gr},5$ d'hydrate de soude aux urines des 24 heures. Il résulte des expériences multipliées d'Andral, que presque toujours, quels que soient la maladie et l'état du malade, l'urine est acide au moment de son émission. L'urine des cholériques, des typhisés, est elle-même acide (*Bruguières; Andral; Rayer*).

S'il y a maladie et altération des reins ou de la vessie, l'urine peut devenir neutre ou alcaline. Dans certains troubles encore mal définis de l'innervation, dans l'anémie, la chlorose, l'alimentation insuffisante, la débilité générale, au début de certaines convalescences, l'urine peut aussi devenir légèrement alcaline[2]. Elle peut normalement être neutre ou un peu alcaline une ou deux heures après le principal repas, sans doute à cause de la production considérable d'acide gastrique qui s'est faite au mo-

[1] M. Byasson (*Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1869, p. 557, et 1872, p. 383), admet que cette acidité est surtout due à un urophosphate de soude (*combinaison d'acide urique et de phosphate de soude*), sel qu'il a obtenu cristallisé, et aussi un peu à l'acide hippurique et à l'acide carbonique. Dans la fièvre, Lehmann a constaté que l'acide hippurique pouvait notablement augmenter. Les premières parties d'une urine normale qu'on distille sont toujours acides, grâce peut-être à une trace d'acide acétique ou formique, mais bientôt le liquide distillé devient alcalin et contient de l'ammoniaque et une petite quantité de triméthylamine. (A. Gautier).

[2] Voir à ce sujet Lécry, *Thèses de Paris*, 1854.

ment de la digestion. On peut observer, en effet, sur les chiens porteurs d'une fistule gastrique que lorsque, par l'excitation mécanique de la muqueuse de l'estomac, on fait sécréter à cet organe une bonne quantité de suc stomacal très-acide, les urines de ce carnivore deviennent un peu après alcalines. Il semble qu'entre le chlorure de sodium et le phosphate neutre du sérum sanguin il se passe, au moment de la sécrétion de l'acide du suc gastrique, une double décomposition, d'où résulte de l'acide chlorhydrique et du phosphate basique de soude, suivant l'équation :

$$NaCl + PO^4Na^2H = HCl + PO^4Na^3$$

L'acide chlorhydrique ainsi produit est sécrété par les glandes à pepsine, et le phosphate basique de soude est éliminé par les urines qu'il neutralise dès lors ou rend alcalines.

Après l'ingestion d'eaux minérales alcalines, avec un régime purement végétal, chez ceux qui se nourrissent surtout de fruits riches en citrates, malates, tartrates alcalins, les urines peuvent encore faire virer au bleu la teinture rouge du tournesol.

Il sera donc nécessaire de tenir compte de ces observations pour expliquer l'alcalescence des urines dans les diverses conditions physiologiques ou pathologiques.

Il faut, dans tous les cas, chercher à distinguer avec soin si l'urine doit son alcalinité à l'ammoniaque libre ou carbonatée, aux phosphates, ou bien aux carbonates alcalins.

On reconnaît qu'une urine est ammoniacale à son odeur ; à ce qu'une baguette mouillée d'acide chlorhydrique ou acétique émet des fumées blanches quand on la présente au-dessus du liquide urinaire ; à ce que, chauffée, l'urine se trouble et fournit un précipité blanc de phosphate et de carbonate calciques, mais surtout de phosphate ammoniaco-magnésien, que l'on reconnaît au microscope à ses cristaux groupés en feuille de fougère, et solubles dans l'acide acétique sans dégager de gaz (Voir plus loin : *Sédiments urinaires*). Les urines ammoniacales sont, en général, décolorées et louchies par le dépôt des sels dont nous venons de parler.

Si l'urine est ammoniacale au moment de la miction, on en concluera ou bien que le patient est atteint d'une affection grave des voies urinaires, ou bien que du ferment ammoniacal a pu

être introduit par la sonde dans la vessie, ou bien, peut-être, que le malade a subi une grande déperdition de forces. Les mucus vésicaux et certains états dépressifs de l'organisme favorisent la fermentation ammoniacale des urines après leur émission.

On reconnaîtra que l'urine doit son alcalescence aux alcalis fixes à l'absence des caractères des urines ammoniacales ; à ce que, soumis à l'ébullition, le liquide donne un trouble qui, par le refroidissement, disparaît en partie ou en totalité. Dans le premier cas, l'urine est, en général, rendue alcaline par la présence des bicarbonates alcalins. Le dépôt qui par le refroidissement de la liqueur reste insoluble, est formé de carbonates terreux qui, sous le microscope, sont amorphes et dégagent de l'acide carbonique en se dissolvant quand on les traite par un acide. Le liquide filtré, qui a laissé déposer ces sels, se trouble par l'ébullition (*phosphates terreux*), et redevient clair par son refroidissement. Si le dépôt formé par l'ébullition de l'urine se redissout tout entier à froid, c'est que l'urine est rendue alcaline par du phosphate basique de soude. Nous avons dit plus haut dans quels cas il pouvait en être ainsi, mais cette alcalescence ne s'observera que très-rarement. Après le principal repas, à la suite d'exercices violents, quand l'organisme aura subi un affaiblissement très-considérable, alors que les phénomènes d'oxydation ne seront plus assez actifs pour produire la quantité normale d'acide urique ou de phosphates acides ordinaires, on pourra trouver du phosphate tribasique de soude, et quelquefois de l'albumine dans les urines.

L'acidité des urines est dans la plupart des maladies aiguës plus marquée qu'à l'état normal, mais on doit observer que, le plus souvent aussi, les fiévreux sécrètent une moindre quantité de liquide, et que si l'urine émise est plus acide, elle est aussi plus concentrée. D'une manière absolue, la quantité d'acide total des urines de 24 heures est, chez les malades, plutôt diminuée qu'augmentée.

Sous certaines influences encore mal déterminées, l'urine peut s'acidifier anormalement. Un large vésicatoire d'ammoniaque placé sur le dos d'un lapin rend rapidement acide l'urine normalement alcaline de cet animal[1]. Elle devient acide, même chez

[1] Combescure. Thèse de Montpellier, 1858.

l'herbivore, à la suite des grands traumatismes. Elle se charge d'urates, et d'acide hippurique, pendant la fièvre.

Dans la commotion cérébrale, Testi a remarqué que les urines sont, en général, neutres; et Ch. Robin a observé deux fois ce fait chez les nouvelles accouchées, dont les urines deviennent très-rapidement ammoniacales.

Pendant les fièvres intermittentes, les urines sont claires et d'une acidité normale au début du frisson ; elles deviennent plus rares, plus acides et plus colorées pendant la période d'état, et donnent un abondant dépôt brun jaunâtre d'urate acide de soude sur le déclin de l'accès.

Au début des fièvres graves, les urines sont rares et très-acides.

Eau et résidu solide de l'urine. — Le poids des parties fixes laissées par l'évaporation de l'urine peut s'abaisser ou s'élever beaucoup au-dessus ou au-dessous de 50 à 55 grammes par jour, poids moyen du résidu des urines normales. En général, ce poids augmente avec la quantité d'urine émise, mais sans lui être proportionnel. Dans toutes les maladies graves, le poids total de résidu fixe sécrété par 24 heures diminue, mais l'urine étant beaucoup plus rare, la quantité centésimale de son résidu est souvent plus élevé que dans l'état de santé.

On a dit (p. 346) quelle relation existe entre la densité de l'urine et le poids de son résidu fixe ; le médecin pourra donc, en général, apprécier rapidement les variations du résidu solide des urines au moyen d'un aréomètre marquant les densités.

Dans les maladies aiguës, le volume de l'urine diminue, et son poids spécifique augmente; en effet, ainsi que nous le verrons, pendant la période fébrile, le poids du résidu fixe est, en général, supérieur à la normale. Si la marche de la maladie s'améliore, et pendant la défervescence, le volume de l'urine augmente, et peut même alors dépasser de beaucoup le chiffre normal. On l'a vu s'élever à 2500 et 4000 cent. cubes par jour. (Molé. Thèses de Paris, 1870.) Cette augmentation du volume de l'urine s'accentue encore lorsque le malade entre franchement en convalescence. Nous verrons plus loin que dans ces urines l'urée et les matières extractives, par litre ou par 24 heures, diminuent en général notablement, tandis que les chlorures disparus pendant la fièvre réapparaissent en abondance. La densité du liquide urinaire sécrété dans cette période de la maladie décroît, et le

poids total du résidu fixe tend vers la normale, tout en lui restant, en général, inférieur. Dans les maladies chroniques, le résidu fixe laissé par les urines des 24 heures diminue également.

Si l'urine est, au contraire, abondamment sécrétée, et *si son poids spécifique est élevé*, il peut se faire ou bien qu'elle soit sucrée, et l'on a dès lors diabète ; ou bien qu'elle soit exempte de glucose, auquel cas le malade est atteint de polyurie et d'azoturie.

Il peut au contrâire arriver que des urines abondantes aient un poids spécifique faible, ce qui arrive après d'abondantes libations, ou dans certains états de l'organisme, hydrémie, chlorose, anémie, chorée, hystérie, etc. Il y a souvent alors polyurie simple avec état normal ou diminution du poids de l'urée excrétée par 24 heures ; les matières extractives peúvent éprouver une augmentation ou rester normales ; le chlore et tous les matériaux de l'urine peuvent s'abaisser à la fois. La polyurie simple peut longtemps persister sans être une cause de trouble pour la santé générale.

Si, au contraire, coïncidant avec un état grave, le malade a des urines en quantité normale ou plutôt faible, et que leur poids spécifique soit peu élevé, on peut songer à l'*urémie* et en rechercher les autres symptômes. Cet état est en effet toujours accompagné de la rétention dans le sang de l'urée et de matières extractives. Ces mêmes caractères se retrouvent aussi dans l'hydropisie.

Variations de l'urée[1]. — Nous allons nous étendre un peu sur un sujet aussi important pour le médecin, et traiter successivement : 1° des variations de l'urée dans les maladies ; 2° des variations observées sous l'influence des divers médicaments.

Variations de l'urée dans les maladies.

La quantité normale d'urée sécrétée par jour par un adulte moyen est de 33 grammes, ce qui correspond à 1gr,37 par heure. Mais il faut se rappeler qu'avec une nourriture exclusivement animale et abondante cette quantité peut tripler, et être de moitié à peine pour une alimentation végétale.

Un homme sain moyen, au deuxième jour d'une diète absolue, élimine 12 grammes environ d'urée par litre d'urine (*Pettenkof-*

[1] Consulter à ce sujet l'excellente thèse de L. Fouilhoux, Paris, 1874. *Essai sur les variations de l'urée, etc.*, p. 61 et suivantes.

fer et *Voit*). Or, pendant la période d'augment de la fièvre, et malgré la diète, l'élimination de l'urée est, en général, supérieure à la normale. La veille d'une opération de cancer, un malade élimine 0gr,0166 d'urée par kilogramme de son poids et par heure; le lendemain, quand la fièvre s'est établie, il excrète 0gr,0225 (*Hirtz*). Le poids normal est, chez l'adulte moyen se nourrissant modérément, de 0gr,020.

Il résulte de nombreuses observations que les hautes températures coïncident avec les maximums de l'élimination de l'urée, et que les courbes de ces deux phénomènes sont à peu près parallèles [1], si ce n'est lorsque s'établit la convalescence; alors le poids élevé de l'urée se maintient, malgré l'abaissement de la température du patient [2]. Après cette décharge d'urée, qui n'est pas constante d'ailleurs, l'excrétion de cette substance redescend à un chiffre très-faible pendant les premiers jours de la convalescence, et malgré l'alimentation, pour remonter bientôt à son état normal.

Dans la période de défervescence et de déclin des maladies aiguës fébriles, tandis que l'urée diminue, comme nous venons de le dire, les produits de combustion incomplète augmentent. On voit alors apparaître dans les urines un excès d'acide urique et de matières extractives.

Si, en général, l'augmentation de l'urée et de la température du malade suivent la même marche ascensionnelle, il ne faudrait point en conclure qu'il doive en être toujours ainsi. Lorsqu'il y a diarrhée, une certaine quantité d'urée peut être éliminée par l'intestin, et les urines n'en contenir qu'une quantité égale ou inférieure à la normale. C'est ce que l'on observe quelquefois dans la fièvre typhoïde. L'urée diminue aussi quand les reins sont le siége d'une grave altération qui rétrécit le champ

[1] On a observé toutefois que dans la métropéritonite l'augmentation de l'urée ne coïncide pas avec l'augmentation de la fièvre, mais qu'elle arrive seulement 24 heures après. On a aussi remarqué que dans les attaques convulsives (*tétanos, éclampsie, strychnisme*), la température s'élève et la quantité d'urée diminue, phénomène dû à la destruction du travail musculaire.

[2] Il ne faudrait pas croire que l'excès de chaleur produite dans la fièvre soit dû au moins tout entier, à une combustion exagérée des matières albuminoïdes. M. Daricarière calcule (thèse de Strasbourg, 1870), que si la chaleur observée avait été due à cette cause, le poids de l'urée excrétée aurait dû décupler dans l'urine, ce qui n'a jamais lieu. La combustion des graisses participe pour une large part à la production de la chaleur chez les fiévreux.

de l'élimination urinaire. Aussi dans l'albuminurie aiguë *avec fièvre* elle peut ne pas paraître dans les urines en quantité supérieure à la normale. On n'a point suffisamment étudié ce qui se passe quand il y a production d'abondantes sueurs, mais il est probable qu'encore dans ce cas l'urée peut diminuer dans les urines pendant la marche ascensionnelle de la température.

On sait que dans l'état normal l'élimination de l'urée et celle du sel marin sont à peu près proportionnelles. Il n'en est plus de même dans la fièvre ; la désassimilation des matières alimentaires n'ayant plus lieu, le chlorure de sodium diminue de plus en plus à mesure que croît davantage l'élimination de l'urée. Dans la pneumonie, le chlore disparaît même presque entièrement des urines.

Voyons maintenant quelles sont les variations de l'urée dans chaque cas particulier.

Fièvres intermittentes. — D'après Ringer et d'après Chalvet, dans la *fièvre intermittente*, l'urée et les *matières extractives* augmentent dans les urines avant même que le frisson éclate. Leur poids atteint son maximum au début du stade de chaleur ; il diminue à partir de ce moment et tombe à la moitié du poids normal dans la période de défervescence. Dans les intervalles apyrétiques, le chiffre de l'urée est toujours moins élevé. Si l'on donne au malade du sulfate de quinine, l'augmentation de l'urée a lieu aux mêmes heures pendant deux jours, alors même que l'accès est enrayé.

Pneumonie. — Dans la *pneumonie*, pendant la période fébrile, le malade peut éliminer 40, 60 et même 70 grammes d'urée par jour. La diminution de l'urée et de la température n'a lieu qu'après le cinquième jour. L'urée tombe à 28 ou 25 grammes, quand la maladie marche vers la guérison, mais son élimination est encore plus active qu'à l'état normal [1].

Rhumatisme aigu. — Dans les attaques de *rhumatisme aigu*, toutes les matières organiques de l'urine, et spécialement l'urée, augmentent beaucoup dans l'urine ; leurs variations suivent celles de la température. M. Fouilloux [2] a trouvé, dans la période d'état de cette maladie, de 21 à 39 grammes, et Bratler jusqu'à

[1] Sur l'augmentation de l'urée éliminée pendant la pneumonie, la pléuropneumonie, la bronchite, le rhumatisme, l'érysipèle de la face. Voyez la thèse de M. Durante, Paris, 1872.

[2] *Loc. cit.*, p. 103.

60 grammes d'urée dans les urines des 24 heures. Le chlore éliminé diminue à mesure qu'augmente l'urée.

Fièvre typhoïde. — Dans la fièvre typhoïde l'urée augmente au début, s'élève à 35 et 50 grammes, diminue ensuite, et se maintient même un peu au-dessous de la normale, surtout dans les formes adynamiques, pour remonter avec la convalescence. Les matières extractives suivent une marche différente : elles augmentent comme la température. Le chlore augmente ou diminue d'une manière inverse à celle de l'urée.

Nous extrayons du travail de M. L. Fouilhoux (*loc. cit.*, p. 85 et suiv.) les nombres ci-dessus relatifs aux variations du chlore et de l'urée pendant cette grave maladie.

JOURS DE LA MALADIE	TEMPÉRATURES MOYENNES	URÉE PAR JOUR	CHLORE PAR JOUR	OBSERVATIONS
1er cas 13e jour. .	39.5	18.6	2.50	Abattement, diarrhée.
— 17e. . . .	39.9	22.4	2.15	Insomnie, agitation.
— 24e. . . .	39.0	16.1	4.75	Assoupissement très-grand.
— 25e. . . .	38.7	11.1	3.37	Id.
— 31e. . . .	36.9	14.1	7.75	Début de la convalescence.
2e cas 11e. . . .	39.1	25.3	1.28	Affaissement, céphalalgie, agitation.
— 13e. . . .	38.3	23.3	2.16	Mieux.
— 14e. . . .	37.8	19.4	3.84	Mieux plus prononcé
— 15e. . . .	39.5	6.2	3.56	Mieux; diarrhée légère.
3e cas 9e. . . .	38.3	10.8	3.57	Céphalalgie, sueurs.
— 10e. . . .	37.9	12.3	5.94	Mieux.
— 11e. . . .	38.1	8.56	8.34	Mieux plus prononcé.

Fièvres éruptives. — L'élimination de l'urée dans les *fièvres éruptives* a été peu étudiée. On sait seulement que ce principe augmente dans la variole, la varioloïde, l'érysipèle, la rougeole, un ou deux jours avant le début de l'éruption, et un ou deux jours après (*Laborde*). Chalvet, le jour de l'éruption, a trouvé 18gr,24 d'urée dans les 380 grammes d'urine des 24 heures. Mais on n'a malheureusement pas de séries de bonnes observations sur ce sujet.

Dans les varioles confluentes graves, l'élimination de l'urée diminue.

Ictère; maladies aiguës du foie.—Dans l'*ictère*, la quantité d'urée peut être fort au-dessus ou au-dessous de la moyenne habituelle. Bouchardat rapporte un cas d'ictère intense de cause morale, où

les urines renfermaient, le troisième jour, 133gr,6 d'urée; le quatrième, 59gr,2. La proportion d'urée semble ensuite tomber au-dessous de la normale pour se relever à la guérison. (Voir plus bas *Azoturie.*)

Lorsqu'il y a congestion hépatique, la quantité d'urée excrétée est toujours supérieure à la moyenne. Dans un cas cité par M. Fouilhoux, elle s'élevait, avant tout traitement, de 39 à 54 grammes par jour. Au contraire, dans la *cirrhose*, l'urée excrétée diminue notablement, tandis qu'augmente le poids des matières extractives azotées. Dans l'*atrophie jaune aiguë* du foie, l'urée n'apparaît souvent qu'en très-faible proportion dans l'urine, où elle serait remplacée, suivant Frerichs et Staedeler, par de la *leucine* et de la *tyrosine*.

Maladies chroniques. — En général, dans les maladies chroniques, l'élimination de l'urée est moins abondante qu'à l'état normal, ce qui s'expliquerait, du reste, suffisamment par la faible alimentation du malade. Dans la phthisie toutefois, grâce à la fièvre hectique, l'urée augmente un peu surtout dans l'état aigu, en même temps que le chlore diminue très-notablement (*Harley*). Mais lorsque le patient est arrivé à cet état de dépérissement complet qui caractérise l'approche de la terminaison fatale, il n'élimine plus que 8 à 4 grammes d'urée par jour.

Azoturie. — Dans l'état auquel on donne le nom d'*azoturie*, le poids total de l'azote des urines est considérablement augmenté. Mais il peut arriver ou que l'urée seule soit éliminée surabondamment, ou que les matières extractives de l'urine soient en quantité considérable, ou bien qu'elles augmentent en même temps que l'urée. Bouchardat, à qui l'on doit l'étude de cette *consomption*, a dosé chez un malade qui éliminait par jour de 2 à 4 litres d'urine, 133 grammes d'urée, et 88 grammes d'autres matières solides par 24 heures. Lorsqu'il y aura polyurie on devra rechercher avec soin si le malade excrète en même temps une quantité d'urée, ou de matières extractives, supérieure ou inférieure à la normale ; enfin, il sera bon de s'assurer si les urines sont ou non sucrées. Cette très-importante étude n'a pas encore été faite d'une manière suivie.

Affections nerveuses. — Dans quelques *affections nerveuses*, pendant la période critique de certaines maladies, dans quelques cas de chlorose, les patients peuvent rendre une quantité d'urine

exagérée, tandis que l'urée totale des 24 heures peut au contraire diminuer. M. L. Fouilhoux (*loc. cit.*, p. 131) cite le cas d'une hystérique rendant par jour 6 lit., 7 lit., 8,5 lit., 9 lit., 10 litres d'urine, qui contenaient en totalité 12gr, 16gr, 15gr,5, 16gr,2, 13gr,5, 8gr,9 d'urée. Chez des hystériques atteintes de vomissements incessants, M. Bouchard n'a dosé que 3 grammes d'urée par litre d'urine.

Handfield Jones a observé que pendant la chorée la quantité d'urine et d'urée augmentent notablement. Le poids de cette dernière double ou triple par rapport à l'état normal. Il tombe au chiffre physiologique pendant la convalescence. L'acide urique et les phosphates urinaires augmentent en même temps que l'urée.

Diabète. — Dans le *diabète sucré* il y a presque toujours *azoturie*, comme l'ont remarqué, les premiers, Rayer et Bouchardat. Au début de la maladie, l'excrétion de l'urée peut atteindre 80, 100, et 165 grammes par jour. Le malade se consume donc rapidement, et le chiffre de l'urée éliminée s'abaisse dès lors, mais en restant toujours supérieur à la normale, sauf dans la dernière période de la maladie où la proportion d'urée diminue très-notablement. Le poids de l'urée, lorsqu'il se maintiendra un peu au-dessus de la normale, et la diminution du glucose, seront les signes auxquels le médecin reconnaîtra l'amélioration de l'état du malade, et la bienfaisance du traitement adopté.

La production considérable de sucre, et les pertes énormes d'azote sous forme d'urée et de matières extractives faites par les diabétiques, paraissent être deux phénomènes corrélatifs de la destruction des matières albuminoïdes. Les courbes de l'excrétion du glucose et de l'élimination de l'urée marchent à peu près parallèlement, s'élèvent ou s'abaissent avec l'intensité de la maladie, remontent l'une et l'autre pendant le jour, surtout après le repas (le maximum a lieu entre cinq et sept heures du soir); et atteignent ensemble leur minimum pendant la nuit.

Chez quelques *polydypsiques* non diabétiques, on peut ne trouver qu'une minime quantité d'urée dans les urines.

Oligurie. — Dans l'*oligurie*, que l'on observe chez quelques hystériques, la quantité d'urine peut être réduite à quelques centimètres cubes. M. Secouet[1] cite le cas d'une femme atteinte

[1] *Thèse de Paris*, 1874, n° 126. Voir sur le même sujet les observations de Charcot et Grehant, Vulpian, Fernet, dans les *Compt. rend. Soc. biologie*, 1872 et 1873.

d'une contracture des membres inférieurs et supérieurs gauches, qui du 16 juillet au 30 septembre, rendit en moyenne 2gr,5 d'urine par jour. Le 10 octobre, 22 centimètres cubes d'urine, représentant la quantité totale des 24 heures, contenaient 0gr,179 d'urée. En général, de tels malades éliminent la majeure partie de l'urée produite, soit par leurs vomissements abondants et incoercibles, soit par les matières fécales. Le sang ne paraît pas en être surchargé. Du reste, la production de l'urée est dans ces cas diminuée. Chez un malade, étudié par Charcot, la quantité totale des liquides éliminés ne contenait que 3gr,878 d'urée par jour.

Maladies du cœur. — Dans les *affections cardiaques*, et spécialement dans la période d'asystolie, pendant laquelle le cœur n'ayant plus la force de chasser le sang qu'il reçoit, il se fait une stase dans les vaisseaux du poumon, le mouvement de dénutrition est enrayé ; l'urée diminue dans les urines, tandis qu'augmentent les matières extractives, et spécialement l'acide urique. M. G. Daremberg, qui a étudié 31 cas de maladies du cœur avec gène de la respiration, mais sans albuminurie, a obtenu, comme cas extrêmes, les nombres suivants

Urée.	Acide urique.
18gr	2gr.5
2.47	8 .42

pour les quantités d'urée et d'acide urique excrétés dans les 24 heures[1].

Albuminurie. — Au début de la *néphrite albumineuse* la quantité d'urée éliminée reste à peu près normale. Plus tard, quand le champ rénal d'élimination de l'urée diminue grâce aux progrès de la maladie, l'urée disparaît peu à peu des urines et s'accumule dans le sang avec toutes les autres matières extractives, et d'après Beale, à peu près proportionnellement aux progrès du mal. On ne sait s'il existe une relation entre les variations de l'urée et de l'albumine éliminées par ces malades : ces variations devraient théoriquement être inverses l'une de l'autre.

Hydropisie. — Dans l'*hydropisie* non albuminurique, la quantité d'urine et d'urée excrétée en 24 heures est toujours inférieure

[1] *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, p. 202.

à la normale, et d'autant plus faible que le malade augmente davantage de poids. La digitale peut faire croître le volume de l'urine, mais elle accélère à peine l'excrétion de l'urée.

Anémie; chlorose. — Dans l'*anémie*, le volume de l'urine reste normal, mais sa densité diminue; d'après Becquerel, la quantité d'urée qu'elle contient, atteint à peine la moitié, et quelquefois le quart, de la normale. Le poids de l'urée éliminée augmente en général avec les progrès de la guérison, et serait, d'après Ludwig, en rapport avec la teneur du sang en globules hématiques.

On n'est pas encore fixé sur l'influence que la *chlorose* exerce sur l'élimination de l'urée. Les dosages de cette substance n'ont point été faits d'une manière suivie dans le cours de cette affection. M. Bouchard a constaté, dans certains cas, une augmentation du poids des matériaux fixes dans les urines de ces malades. M. B. Grangé[1] a observé aussi une notable augmentation de la densité et du poids de l'urée dans les urines des chlorotiques. Voici quelques-uns de ces dosages. Les deux premiers cas se rapportent à des malades atteints à la fois de chlorose et d'albuminurie. Le troisième est relatif à une chlorotique simple.

	Densité.	Urée par litre.
I. . .	1030	$25^{gr}.5$
	1025	17
II. . .	1034	36 .90
	1020	22 .50
III. . .	1045	44 .70
	1028	29 .90
	1026	32 .70

Cachexies. — Dans les *cachexies*, quelle qu'en soit la cause, il y a ralentissement des actes d'assimilation et de désassimilation, et diminution de l'urine et de l'urée éliminées. Une femme atteinte de cancer du foie rendait, d'après M. Hirne, 700 centimètres cubes d'urine, contenant 6 à 7 grammes d'urée, en 24 heures. Une autre, atteinte d'un cancer stomacal, donnait, suivant M. Fouilhoux, de 200 à 60 centimètres cubes d'urine par jour, contenant en tout $1^{gr},35$ à $4^{gr},15$ d'urée; les selles avaient lieu deux on trois fois par mois; les boissons et les aliments étaient rendus aussitôt après leur ingestion.

[1] *Bull. Soc. chim.*, t. VIII, p. 402.

Dans la *cachexie scorbutique* chronique, tous les principes organiques de l'urine augmentent, à l'exception de l'urée, qui reste toujours en faible proportion. Dans un cas, où la températurature du patient était assez élevée, Leven n'a trouvé que 9^{gr},8 d'urée en 24 heures.

Dans la *cachexie saturnine*, lorsqu'il y a coliques et vomissements, l'urine est réduite à la moitié ou au tiers de son volume normal, et ne contient plus que 5 à 6 grammes d'urée par 24 heures. Cette quantité diminue encore lorsque s'étend le champ de la lésion rénale et que croît l'albuminurie (*Bouchard*).

L'urée diminue graduellement, et d'une façon très-appréciable, dans les urines des femmes enceintes[1].

Variations de l'urée sous l'influence des agents thérapeutiques.

Suivant Becquerel, Beale, Golding-Bird, l'*eau* devrait être considérée comme un diurétique. D'après ces auteurs, elle entraînerait, en passant à travers l'organisme, une plus grande quantité de produits excrémentitiels. L'eau paraît, en effet, décharger l'économie de certains principes, tels que l'acide urique, les chlorures, les sels alcalins, mais elle ne semble avoir qu'une influence insensible sur l'élimination de l'urée[2].

Les *diurétiques* accroissent la quantité d'eau des urines, mais ils n'augmentent la proportion d'urée éliminée que s'ils excitent la nutrition générale, comme le font par exemple les essences, le chlorure de sodium, etc. Les diurétiques, qui n'agissent, au contraire, qu'en excitant le filtre rénal, soit directement, soit en augmentant la tension artérielle du sang, peuvent au contraire diminuer l'élimination de l'urée. L'alcool, diurétique rapide et puissant, pris à la dose de 200 grammes par jour, diminue d'un cinquième la quantité d'urée sécrétée; la digitale fait aussi décroître la quantité d'urée excrétée par 24 heures, tout en augmentant le poids des urines.

Les chlorures alcalins, et spécialement le chlorure de sodium, semblent activer, au contraire, les oxydations, car ils élèvent la température générale; aussi sous leur influence l'organisme éli-

[1] Voir à ce sujet de nombreux dosages dans la thèse de M. BARLEMONT : *modifications de la nutrition pendant la grossesse*. Paris 1869.

[2] C'est aussi la conclusion qui résulte des expériences nombreuses de M. Rabuteau, de M. Roux et autres.

mine-t-il à la fois plus d'urine et plus d'urée. Les hypochlorites alcalins et les hypophosphites agissent, suivant M. Rabuteau, d'une manière analogue.

Les *ferrugineux*, en excitant sans doute la vitalité des globules rouges, et en élevant un peu la température, accroissent petit à petit la quantité d'urée que les chlorotiques ou les anémiques éliminent journellement.

On peut donc poser en principe que les agents thérapeutiques, capables ou non d'activer l'élimination de l'eau par les reins, qui augmentent le mouvement général de nutrition, et tendent à élever la température, sont favorables à l'élimination plus abondante de l'urée, et que le contraire a lieu pour les agents thérapeutiques qui abaissent la température moyenne. L'action digestive et excitante du café et du thé, spécialement due à ses essences aromatiques, augmente la température et élève, au moins passagèrement, le chiffre de l'urée éliminée. Suivant M. Roux[1], lorsqu'on ajoute à son régime une infusion de 50 grammes de café torréfié, le chiffre de l'urée, qui était de 36 grammes, s'élève à 41 grammes. Avec l'infusion de thé, on monte de 33 à 37 grammes. Si l'on continue l'ingestion de ces substances, l'urée revient peu à peu au chiffre normal, mais jamais ne tombe au-dessous. Les expériences de cet auteur avaient été précédées par celles de Voit et par celles de Squarey, qui ont aussi montré que le café n'empêchait pas la dénutrition.

Il résulte des recherches de M. Gazeau[2] que l'addition de l'infusion de feuilles de cocca à l'alimentation accroît à la fois la température du corps, le volume des urines, et la quantité d'urée des 24 heures. En ajoutant à son régime habituel une infusion de 10 grammes de feuilles de cocca, l'augmentation de l'urée excrétée par jour était de 11 pour 100; avec 20 grammes de feuilles, de 14 à 15 pour 100. Si l'on se soumet à la diète, et que l'on prenne la cocca, on excrète plus d'urée que pendant la diète simple. La cocca agit, en un mot, en augmentant l'activité des métamorphoses organiques et de la désassimilation; l'individu se soutient, en maigrissant, aux dépens de ses propres tissus.

Arrivons maintenant aux agents nutritifs ou médicamenteux qui abaissent la température animale. Cet effet, dû au ralentisse-

[1] *Compt. rend. Acad. sc.*, 1873.
[2] *Compt. rend. Acad. sc.*, 1870.

ment des combustions organiques, est, comme nous allons le voir, toujours accompagné d'une diminution dans l'excrétion de l'urée.

L'*alcool*, pris à la dose de 150 à 200 grammes, entrave les combustions, abaisse la température, et fait diminuer à la fois la quantité d'acide carbonique exhalé et d'urée excrétée. Kien ayant pris des liqueurs contenant 180 grammes d'alcool absolu, a vu baisser rapidement de 21 grammes en 24 heures le résidu fixe de ses urines. Bocker, Rabuteau, ont observé une diminution de 25 à 33 pour 100 d'urée après l'absorption de 200 grammes d'alcool.

De tous les agents qui enrayent le mouvement de désassimilation, l'arsenic est un des plus puissants. A dose très-faible, il excite tout d'abord à la fois l'appétit et le pouls, et augmente un peu l'excrétion de l'urée; mais à mesure que l'on prolonge son usage, ou si on le prend à doses plus élevées, il ralentit les mouvements respiratoires et la circulation, abaisse la température, et fait diminuer très-notablement (de 20 à 40 pour 100 et plus) le poids de l'urée quotidiennement excrétée.

Les préparations mercurielles, qui diminuent aussi l'excrétion de l'urée, abaissent sans doute comme les précédentes la température générale.

On ignore encore aujourd'hui presque entièrement le mode d'action de l'antimoine et du phosphore[1]. Ces agents semblent toutefois diminuer légèrement l'excrétion de l'urée et de l'azote total, lorsqu'on les prend à doses très-faibles.

On n'est pas fixé davantage sur l'influence que l'iodure de potassium exerce sur la désassimilation des matières azotées. Il l'enrayerait notablement, d'après M. Rabuteau, même après qu'on a cessé de prendre ce médicament. Quant au bromure de potassium, à la dose de 1 gramme par jour, il fait, d'après le même auteur, descendre la moyenne de l'urée excrétée de $22^{gr},2$ à $19^{gr},5$[2].

D'après Ranke, à la dose de 1 à 2 grammes par 24 heures, le *sulfate de quinine* fait diminuer l'excrétion de l'acide urique, mais non immédiatement celle de l'urée. Quoique l'usage de cette préparation abaisse rapidement la température, l'augmentation de l'urée se fait quand même à l'époque où devrait avoir lieu l'accès

[1] Voir Ritter. *Thèse de la faculté des sciences de Paris*, 1872, n° 333, p. 60 et 76.

[2] Voyez sur ces expériences les *Compt. rend. de la Société de biologie*, 1869.

fébrile; mais, chose remarquable et qui confirme la loi, la diminution de l'urée se produit trois jours après, alors même qu'on ne continue plus l'usage de ce précieux médicament.

A petites doses l'extrait d'opium agit d'une manière analogue.

Mais l'influence la plus remarquable est celle que la digitale, ou la digitaline cristallisée, exercent même à très-faible dose, sur l'économie dont elles enrayent la dénutrition. L'usage d'un cinquième à un tiers de milligramme de digitaline cristallisée par jour, diminue peu à peu la température, les pulsations du cœur, le nombre des mouvements respiratoires, et fait baisser le septième jour le chiffre de l'urée excrétée de 27 grammes à 10^{gr},5 en moyenne. Cette action se prolonge deux jours encore après qu'on a discontinué l'usage de ce puissant médicament (*Megevand* et *G. Darenberg*) [1], en même temps le pouls tombe à 40 pulsations, et la température du corps diminue de 1 degré [2].

La *valériane* affaiblit aussi les dépenses de l'organisme en azote et urée (*Bouchard*). Elle est, comme l'arsenic, le sulfate de quinine, la digitale, un des médicaments naturellement indiqués dans l'azoturie.

Nous ne terminerons pas l'étude des variations qu'impriment à l'urée les divers agents médicateurs sans parler de l'influence qu'exerce la saignée sur son excrétion. Elle paraît, d'après Bauer [3], activer la dénutrition, ou tout au moins sous son influence une plus grande masse d'urée passe dans les urines, en même temps que leur volume s'accroît. L'augmentation persiste pendant quelques jours, tandis que diminue la quantité d'acide carbonique exhalée par les poumons. On conçoit donc l'effet antiphlogistique de la saignée, mais il serait aujourd'hui difficile d'expliquer par quel mécanisme elle exagère l'élimination de l'urée.

Variations de l'acide urique. — En thèse générale, lorsque l'augmentation d'acide urique coïncide avec un excès, ou tout au moins avec une quantité normale d'urée, elle indique une exagération de la dénutrition; mais si l'acide urique vient à croître pendant que l'urée diminue, on devra voir dans ce fait le signe d'une combustion imparfaite des éléments azotés de l'économie.

Dans les fièvres, et en général dans toutes les maladies aiguës

[1] *Bull. de la Soc. chim.*, t. XVII, p. 443.

[2] Voir sur le même sujet Megevand et Rabuteau. *Gaz. hebd. de méd.*, 1870, n° 32.

[3] *Revue des sciences médicales* de Hayem, 1873.

qui s'accompagnent d'une élévation de température ayant pour cause une augmentation des combustions organiques, l'acide urique croît en même temps que l'urée. Dans les fièvres intermittentes [1], la fièvre typhoïde, la pleurésie, la phthisie aiguë, la pneumonie elle-même, dans les fièvres éruptives, rhumatismales, inflammatoires, les urines se chargent en général d'un excès d'acide urique et d'urée.

Dans les fièvres graves, et spécialement dans le typhus, d'après Primavera, l'augmentation de l'acide urique indique presque toujours que l'affection suit son cours régulier et marche vers la guérison. Si cet acide vient au contraire à diminuer tout à coup, on peut considérer ce fait comme un signe de recrudescence du mal, et du reste il coïncidera avec d'autres symptômes fâcheux.

Dans la diathèse urique, mais seulement à l'époque des accès, ou lorsque la maladie se complique et s'aggrave, l'acide urique est abondamment éliminé par les urines.

Arrivons au cas où l'augmentation de l'acide urique coïncide avec une diminution sensible de l'urée. Primavera a démontré que l'urine des emphysémateux présente une proportion énorme d'acide urique. G. Daremberg en analysant celles des malades atteints d'affections cardiaques arrivés à la période d'asystolie pendant laquelle le cœur ne peut plus pousser le sang à travers les poumons, a remarqué que l'urée disparaît, et est remplacé par de l'acide urique. Comme nous le disions plus haut (p. 362), il a vu l'urée tomber à $2^{gr},47$ dans les 24 heures, et l'acide urique s'élever chez le même malade à $8^{gr},42$. Ainsi, dans ces deux maladies typiques accompagnées de troubles profonds de l'hématose, chez les emphysémateux et les asystoliques, l'oxydation incomplète du sang et des tissus a pour résultat de produire un excès d'acide urique (corps incomplétement brûlé), aux dépens des matières albuminoïdes, qui, si elles étaient normalement et entièrement oxydées, se transformaient en urée [2].

Nous devons donc nous attendre à trouver une augmentation de l'acide urique dans toutes les maladies non fébriles du cœur, du foie et du poumon, et chez les leucocythémiques. On a signalé encore un excès d'urates dans une des formes de la *manie aiguë*,

[1] L'acide urique diminuerait d'après Ranke sous l'influence du sulfate de quinine.
[2] Voyez à ce sujet Bartels en *Deutsch. Arch. f. Klin-med.* et Becquerel *Séméiotique des urines*, 1865.

dans la chorée. Dans toutes ces affections l'urée est en même temps diminuée, tandis que dans les phlegmasies diverses avec fièvre, elle augmente en même temps que l'acide urique.

Dans les maladies chroniques en général, l'acide urique reste au-dessous de la moyenne, sauf durant la période d'exacerbation. La goutte ne fait pas exception à cette règle. Cet acide s'accumule alors dans les divers organes ou dans le sang, et n'apparaît en grand excès dans les urines que pendant les accès (*Garrod*).

L'acide urique diminue du reste comme la plupart des matériaux solides de l'urine, l'albumine exceptée, dans la maladie de Bright aiguë ou chronique. Presque toutes les affections rénales abaissent de même le poids de l'acide urique éliminé. Il diminue aussi dans le diabète sucré, et dans les diverses polyuries, et peut quelquefois dans ces cas disparaître entièrement.

L'acide urique s'élimine soit sous forme d'acide libre, soit sous celle d'urates acides de soude, d'ammoniaque, de potasse. Son accroissement notable dans l'urine coïncide presque toujours avec un état anormal de l'urée ou des matières extractives.

La formation dans les urines des dépôts d'urates ou d'acide urique est loin d'être toujours un signe de la diathèse urique.

Variations de l'acide hippurique. — On sait que les causes les plus habituelles qui augmentent l'excrétion de cet acide sont l'alimentation végétale, surtout par les prunes, les baies de myrtille, le son, le régime lacté, et l'usage interne de l'acide benzoïque, des baumes, de l'acide quinique, etc.; mais on ignore comment se comporte l'élimination urinaire de l'acide hippurique pendant les maladies. Lehmann a toutefois annoncé que c'est surtout à ce principe que l'urine des fiévreux doit son acidité exagérée.

L'acide hippurique augmente dans le diabète. Bird l'a trouvé à l'état de sédiments dans l'urine d'un ivrogne. Malgré l'assertion contraire de Kühne, l'acide hippurique ne fait pas défaut dans l'urine des malades atteints d'ictère, même quand il y a obstruction du canal cholédoque, comme l'ont démontré Neukomm, Folwarczny, Huppert. Bouchardat a retiré jusqu'à $2^{gr},23$ d'acide hippurique d'un litre d'urine d'un malade atteint d'une affection chronique du foie.

On sait que c'est dans la glande hépatique que l'acite benzoïque (qui peut d'ailleurs se produire aux dépens des matières albuminoïdes), se transforme en acide hippurique. Si on lie les vaisseaux

du foie, l'acide benzoïque ingéré passera tel quel dans les urines; si l'on injecte au contraire avec lui une petite quantité de bile dans le sang, ou si on laisse la circulation se rétablir à travers le foie, l'acide benzoïque sera transformé en acide hippurique. Il serait donc intéressant d'étudier les variations de l'acide hippurique dans les urines des malades atteints d'affections hépatiques.

Variations des matières extractives de l'urine[1]. — On sait que dans les analyses immédiates de matières d'origine végétales ou animales on comprend en général sous la rubrique de *matières extractives* l'ensemble des substances organiques dont la faible quantité ou la nature non définie, n'ont point permis un dosage séparé. Dans les urines, les *matières extractives* sont représentées par cet extrait brunâtre, en partie soluble dans l'eau, en partie soluble dans l'alcool, en partie insoluble dans ces deux dissolvants, qui reste ou que l'on dose par différence, après qu'on a déterminé le poids de l'urée, de l'acide urique et des matières minérales. Cet extrait peut, dans les urines normales ou pathologiques, contenir de la créatinine, de l'acide hippurique, des acides lactiques, succinique, phénique, butyrique, de la leucine, de la tyrosine, de la xanthine, de la sarcine, de l'allantoïne, des matières colorantes et odorantes en partie altérées, et des *substances inconnues*.

Ces matières représentent les termes successifs de l'oxydation des tissus, termes variables avec l'état de l'économie, le jeu régulier ou irrégulier des fonctions, avec l'alimentation, etc. Elles sont presque toutes azotées, et moins oxygénées que l'urée et que l'acide urique lui-même; ce sont donc des substances intermédiaires entre l'urée et les matières protéiques plastiques de nos tissus. Désassimilées à un degré imparfait, elles sont emportées dans le courant circulatoire et éliminées avant d'avoir été entièrement oxydées.

Nous avons dit qu'en général, dans la période aiguë ou fébrile des maladies, l'urée était éliminée avec plus d'abondance qu'à l'état normal, phénomène qui indique l'énergique désassimilation de l'économie sous l'influence de la fièvre. Nous pouvons donc nous attendre à voir les matières extractives augmenter également

[1] On consultera avec fruit à ce sujet le travail de M. Hoepffner, *De l'urine dans quelques maladies fébriles*. Thèse de Paris, 1872, et celui de M. Charvot, *Température, pouls, urines dans la crise et la convalescence*. Paris, 1872.

pendant cette période morbide. C'est ce qui a lieu en effet d'une manière *constante*. Toutes les urines fébriles laissent une quantité surabondante d'un résidu fixe indéterminé. Mais il est évident aussi que l'urée et les matières extractives représentant dans leur ensemble la somme des produits de dénutrition, leurs quantités seront en général complémentaires; si l'urée subit du jour au lendemain une augmentation notable, signe d'une oxydation plus complète, le résidu des autres produits de désassimilation, c'est-à-dire les matières extractives, devront diminuer dans les urines et réciproquement. C'est ce que démontre en effet l'observation.

Remarquons aussi que si l'urée représente le terme essentiellement normal de l'oxydation des substances azotées dans l'économie, les matières extractives, surtout en quantité surabondante, sont au contraire les témoins d'une oxydation imparfaite, et que par conséquent leur augmentation dans les urines, sans diminution de la fièvre et de la température, constituera un signe en général moins favorable que l'augmentation de l'urée qui indique que la maladie suit son cours normal. Si la température restant toujours la même, ou s'élevant encore davantage, on voit à la fois diminuer l'urée et les matières extractives, on devra presque toujours conclure à une aggravation notable de la maladie, soit que l'organisme trop affaibli ne puisse plus oxyder et désassimiler proportionnellement à ses besoins, soit que, pour une cause quelconque, la rétention dans le sang des matières de désassimilation vienne produire une véritable intoxication qui devient à son tour cause d'accidents nouveaux. Aussi voit-on, lorsqu'à la marche régulière d'une fièvre typhoïde s'ajoutent de graves complications, l'urée et les matières extractives diminuer à la fois, et la même observation peut se faire dans presque toutes les maladies quand elles s'approchent beaucoup de leur terme fatal.

L'accumulation dans le sang des matières extractives de l'urine est certainement une cause puissante de troubles morbides, qui se traduisent par les accidents ataxiques et adynamiques qui compliquent un grand nombre de maladies. Nous en avons déjà donné des preuves en parlant des altérations morbides du fluide sanguin, t. II, p. 315 et 332, et nous avons dit que Picard, Schottin, Oppler, et surtout Chalvet[1], ont attribué avec raison à une sorte

[1] Sur les matières dites extractives dans les maladies. *Gaz. des hôpitaux*, décembre 1867 et janvier 1868.

d'intoxication du sang par ces substances, les accidents cérébraux graves de l'urémie et des maladies fébriles en général.

Il est facile de donner diverses preuves de cette proposition. L'analyse a démontré directement que le sang des malades atteints de complications ataxiques est très-riche en matières extractives; à ce moment les reins ne les excrètent plus que difficilement, puisqu'elles diminuent dans les urines. Qu'il se fasse alors une crise ou temporaire ou permanente, que l'urine se charge tout à coup d'une abondante quantité d'urée et de matières extractives, cette évacuation constituera un phénomène favorable, qui se traduira bientôt par la diminution de la fièvre et la disparition des phénomènes cérébraux[1]. Cette proposition n'a pour ainsi dire pas besoin de démonstration ; toutefois pour l'appuyer et la rendre plus palpable, citons ici les dosages suivants, dus à Chalvet : ils sont bien faits pour démontrer l'accumulation des matières extractives dans le sang, pendant que les reins sont incapables d'en débarrasser entièrement l'économie, ainsi que leur brusque passage dans l'urine lors du ralentissement de la fonction rénale. Cet auteur a trouvé (*loc. cit.*) :

Dans les urines d'un cholérique qui délirait,

Urée.	Traces impondérables.
Matières extractives. . .	14gr par litre.

Dans le sang de ce malade :

Urée.	3gr.60 par litre.
Matières extractives. . .	19 .60 —

Puis dans la période de réaction, lorsque la fonction rénale se rétablit chez le patient :

Urée dans l'urine. . . .	28gr.60 par litre.
Matières extractives. . .	22 .00 —

Le malade rendait 700 grammes d'urine par 24 heures.

Il se fait donc, dès que le fonctionnement des reins est imparfait,

[1] Dans l'accès de fièvre intermittente, un peu avant que le frisson éclate, le sang et l'urine se chargent de matières extractives : ce n'est que lorsque ces substances se sont accumumulées dans le sang qu'apparaît l'accès comme pour en débarrasser l'économie.

ou que sous l'influence de la fièvre la production des matières extractives est exagérée, une accumulation dans le sang de ces substances excrémentitielles. Leur active élimination par les urines coïncide le plus souvent avec une amélioration de la maladie, ou marque le début de la convalescence.

Or nous avons vu, en parlant du sang, que l'on ne pouvait attribuer les accidents urémiques ni à la rétention de l'urée, ni à celle de la créatinine ou de l'acide urique. Nous sommes donc forcé de conclure que la rétention des autres matières excrémentitielles de l'urine, peut devenir la cause des troubles graves puisque ceux-ci apparaissent dès que ces substances augmentent dans le sang, et diminuent lorsqu'elles sont abondamment excrétés par les reins.

Nous devons ajouter que ces accidents qui ne constituent pas la maladie primitive, mais qui la compliquent on pourrait dire d'une maladie nouvelle, ont les caractères généraux des intoxications produites par l'absorption de certaines substances d'origine animale. Que l'on oblige un grand nombre d'individus à respirer dans une enceinte confinée et à absorber par les poumons leurs propres miasmes, ou bien que l'on injecte dans les veines d'un animal une petite quantité de bile ou d'acides biliaires, dans ces deux cas il y aura intoxication et accidents analogues à ceux qui coïncident avec la rétention dans le sang des matières extractives urinaires en quantité exagérée.

Pour nous résumer, dans la période fébrile des maladies il y a augmentation constante des matières extractives du sang et passage proportionnel de ces substances dans les urines, à moins cependant que la gravité même de l'état du malade ne diminue l'excrétion rénale, auquel cas les poids de l'urée et des matières extractives contenues dans les urines s'abaisseront à la fois pendant que le nombre des pulsations artérielles s'élèvera au contraire, et que les complications morbides surviendront[1]. Dans la période de défervescence le chiffre quotidien des matières extractives éliminées s'abaissera d'une manière constante, en même temps que diminuera aussi le nombre des pulsations artérielles et la température, et que s'élèvera le poids du chlorure de sodium et

[1] Quant à la température elle pourra s'abaisser, les fonctions de l'hématose et de la nutrition générale ne s'accomplissant plus que très-imparfaitement dans ces états graves.

des matières minérales éliminées, caractères qui pourront se prolonger régulièrement ou non jusqu'à la convalescence, et s'accuser encore davantage lors du retour définitif du malade à la santé.

Des observations précédentes découlent de nombreuses conséquences pratiques. Puisque l'accumulation des matières extractives dans le sang et leur incomplète élimination par les urines est une cause de danger permanent pour le malade, il faut enrayer la production de ces substances ou les faire activement rejeter hors de l'économie en excitant la sécrétion rénale et celles de la peau, ou les fonctions complémentaires de la muqueuse intestinale. L'alcool en diminuant la combustion des tissus, et la production des matières extractives remplira, comme l'a bien établi Béhier, la première de ces indications. Parmi les diurétiques, ceux que l'expérience a démontrés activer la sécrétion rénale des matières excrémentitielles de l'urine, tels que *les sels alcalins, les acétates, les tartrates*, etc., rempliront la seconde indication. Les sudorifiques, les purgatifs légers et répétés, déchargeront enfin utilement l'économie, par la peau et par l'intestin, de l'excès de ces substances nuisibles lorsqu'on devra suppléer au rôle actif des reins insuffisant ou enrayé.

Variations de la créatine, de la créatinine, de la xanthine, etc. — L'élimination de toutes ces substances, qui sont en général comprises aussi dans les analyses sous le nom de *matières extractives*, suit dans les maladies les lois que nous venons d'exposer. Leur quantité absolue augmente dans les urines de la fièvre, s'accroît encore davantage dans les périodes critiques, et diminue quand s'établit la défervescence. Malheureusement, dans les analyses, leur dosage particulier a été rarement fait et l'on ne saurait donner les lois spéciales relatives à l'élimination de chacune d'elles.

En 1860, Schottin[1] poursuivant cette pensée que l'accumulation de la créatinine dans le sang pouvait être la cause des accidents graves de l'urémie, fit un certain nombre de dosages de cette substance dans les urines. Des analyses répétées lui démontrèrent que la créatinine augmente dès le deuxième septenaire, et qu'elle arrive à son maximum entre la troisième et la quatrième se-

[1] *Arch. d. Heilkunde*, 1860.

maine à partir du début de la maladie. Voici l'une de ses observations :

		Créatinine.
Fièvre typhoïde	6e jour. . .	Trace
—	8e jour. . .	Trace
—	11e jour. . .	0gr.21
—	18e jour. . .	0 .28
—	20e jour. . .	0 .30
—	23e jour. . .	0 .30

Schottin conclut de ses diverses observations que les troubles de la sécrétion urinaire, dans la *maladie de Bright*, donnent lieu à une accumulation de créatinine dans le sang ; que cette substance disparaît alors ou diminue dans les urines ; qu'elle décroît aussi lorsqu'il se fait dans l'économie des épanchements abondants, et qu'elle augmente notablement dans les fièvres graves. Munk a aussi observé que dans le cours des maladies fébriles aiguës, pneumonie, fièvres typhoïdes, intermittentes, etc., la créatinine augmente notablement dans les urines et qu'elle diminue durant la convalescence. Enfin Frérichs a quelquefois constaté une diminution de l'urée et une augmentation de la créatine, de la créatinine, et de l'acide urique dans les urines des malades atteints de cirrhose.

La créatinine urinaire diminue durant le cours des maladies chroniques et anémiantes.

Variations des matières colorantes. — On sait que les matières colorantes, ou colorigènes, de l'urine augmentent pendant la fièvre, soit que ces urines moins abondantes soient plus concentrées et pour cette cause plus colorées, soit que la quantité de matières colorantes éliminées dans les vingt-quatre heures soit réellement plus élevée. Nous avons dit plus haut que durant la fièvre les urines se chargeaient tout spécialement d'une matière colorante rouge, l'*urobiline*. Dans presque tous les empoisonnements du sang, dans toutes les affections septicémiques, sous l'influence surtout de l'hydrogène arsénié, les urines deviennent brun rougeâtre ou même noirâtre, grâce à la désassimilation de l'hémoglobine dont la matière altérée est alors abondamment éliminée. Dans la *fièvre bilieuse hématurique* des pays chauds l'urine présente une coloration noire ou brun rougeâtre qui la fait

ressembler à un liquide sanguinolent. Elle renferme en excès de la bilirubine, de la bilifuscine, des acides biliaires, de l'urobiline, mais pas de globules sanguins d'après certains auteurs [1]. Dans l'hématurie proprement dite des pays chauds, le sang peut apparaître toutefois dans les urines, non-seulement avec sa matière colorante, mais avec ses globules eux-mêmes. Il y est le plus souvent accompagné de divers entozoaires trématodes ou nématoïdes [2] sur lesquels nous reviendrons.

Dans la myélite chronique, Mehu a une fois observé des dépôts violets formés du mélange de deux pigments bleu et rouge. Les urines étaient faiblement albumineuses, alcalines, et contenaient des sédiments de phosphates terreux [3] (V. p. 348, *Couleur des urines*).

Dans la maladie d'Addison, Rosenstiern a observé une diminution de l'urée et une augmentation de l'indican qui peut s'élever à dix ou douze fois son poids normal [4]. Des observations analogues ont été faites dans quelques maladies du foie.

Variations du chlore et du sel marin. — Dans toutes les maladies aiguës fébriles, le chlore excrété avec les urines des vingt-quatre heures, diminue notablement et peut même presque entièrement disparaître. Cette diminution tient à la fois au défaut d'alimentation, au moindre volume d'urine expulsée, aux éliminations complémentaires de chlorures qui peuvent se faire par les sueurs et par les déjections alvines, mais elle tient aussi à d'autres causes plus intimement liées à la maladie. En effet, pendant la période d'augment de la fièvre, le patient restant à la diète, les courbes de la température, de l'urée et des matières extractives restant à peu près parallèles, celle des chlorures urinaires suit une marche entièrement opposée : elle s'abaisse sans cesse tandis que les autres s'élèvent. Pendant la période de défervescence, les chlorures augmentent au contraire, pendant que décroît le chiffre de l'urée excrétée [5]. Il suit de ces observations générales que l'alimentation restant la même, il existe pendant les maladies fébriles un rapport

[1] [illegible] et [illegible]. *Gaz. des hôpitaux*, 14 décembre 1872.
[2] Voir à ce sujet le travail de W[illegible], en *Gaz. médicale de Paris*, septembre 1872.
[3] *Arch. gén. de thérapeutique*, octobre 1871.
[4] *Rev. des sc. méd.*, t. I, 1872.
[5] On doit se rappeler que le poids des chlorures éliminés est très-variable, mais oscille autour de 10 grammes par jour

inverse entre l'activité de la dénutrition et l'excrétion urinaire des chlorures. On ne saurait donc attribuer la diminution du chlore dans l'urine des fièvreux à une désassimilation moins active des tissus pendant la période fébrile.

Redtenbacher a le premier signalé, en 1851, la diminution constante du chlore dans l'urine des pneumoniques. Plus tard Beale, en étudiant ce fait de plus près, constata que les chlorures diminuent, et disparaissent presque, pendant la période d'hépatisation ; ils augmentent alors dans les crachats rouillés, et repassent dans les urines dès que survient la résolution. Toutefois on aurait tort de penser, avec cet auteur, que la quantité de chlorures ainsi éliminés par les crachats, compense celle qui devrait dans le même temps être excrétée par les urines. Le chlorure de sodium rejeté sous forme de sputums, est toujours d'un poids extrêmement faible, par rapport à celui qui peut se trouver dans les urines ordinaires. En effét, 1000 grammes de mucus laryngo-bronchique normal contiennent en moyenne de 5 à 6 grammes de chlorures alcalins ; or, pendant la pneumonie ce mucus laisse à l'incinération 7 gr., 8 gr. et 10 grammes de ces sels par kilo, mais ce petit excès, rapporté au poids de crachats expectorés dans les 24 heures, représente une quantité très-faible de chlorure de sodium.

La diminution du sel marin des urines a lieu dans toutes les maladies fébriles[1], mais elle s'accentue davantage dans les affections où se produisent des exsudats abondants qui semblent dépenser et absorber pour leur formation la majeure partie des chlorures disponibles[2]. On trouvera le chlore diminué surtout dans les urines de la pneumonie, de la pleurésie, chez les malades atteints de diarrhées excessives, dans la période d'éruption des exanthèmes fébriles contagieux, tels que rougeole, scarlatine, variole. Dans l'hydropisie, la diminution rapide du chlore est le signe que l'exsudation séreuse progresse. Dans la fièvre typhoïde,

[1] Voir à ce sujet la thèse de M. Mollé. *Des signes précis du début de la convalescence*, thèse de Paris, 1870 ; et celle de M. L. Fouilhoux, Paris 1874. Consulter les nombreux tableaux de ce dernier travail : pour la fièvre typhoïde, p. 85, 87, 88, 90 ; pour les fièvres éruptives, p. 91 et 98 ; pour le rhumatisme, p. 103 ; pour l'hépatite p. 111 et 113 ; pour la cirrhose, p. 115 et 118 ; pour les affections nerveuses p. 130 et 131.

[2] Oppolzer ayant fait manger des mets très-salés, et boire de la limonade chlorhydrique à ses malades atteints de pneumonie, constata que les chlorures étaient entièrement retenus et ne reparaissaient dans les urines qu'à l'époque de la résolution.

le chlore diminue très-notablement dans les urines lorsque la maladie s'aggrave, et cette disparition constitue un très-mauvais signe, à moins qu'une exsudation séreuse diarrhéique de l'intestin ne vienne en donner l'explication. Dans l'accès de fièvre intermittente, la sécrétion des chlorures augmente souvent beaucoup, mais cet excès de chlore n'apparaît pas dans l'urine avant même le début du frisson, comme cela a lieu pour l'urée.

En résumé : diminution du chlore des urines dans toutes les maladies fébriles, mais surtout dans celles où se produit rapidement un exsudat, un tissu de nouvelle formation, un flux diarrhéique ; diminution plus marquée dans l'élimination des chlorures alcalins, presque toujours en sens inverse de l'urée, lorsque s'aggrave la maladie ; réapparition des chlorures dans l'urine au moment de la défervescence, et quantité normale, ou même supérieure à la normale, dès que la convalescence s'est franchement établie, tels sont les grands traits généraux de l'élimination des chlorures par les urines pathologiques des fébricitants.

Dans les maladies chroniques, la quantité de chlore des urines est en général inférieure à la moyenne de l'état de santé. Chez la femme enceinte, le poids des chlorures éliminés par jour est supérieur à la normale (*Barlemont*), sans doute parce qu'en général la quantité d'aliments absorbés pendant la grossesse dépasse la moyenne habituelle.

Variations des sulfates. — On connaît peu de chose sur les variations des sulfates urinaires pendant les maladies. Ils diminuent, en général, dans les affections aiguës ou chroniques, ce qui s'explique par la moindre quantité d'aliments absorbés par les malades. On a toutefois observé dans certains états fébriles une augmentation notable des sulfates de l'urine ; elle témoigne d'une destruction énergique des matières albuminoïdes, car l'on sait que l'acide sulfurique, excrété par jour à la dose normale de 2 grammes environ, provient pour la plus grande partie de l'oxydation du soufre des corps protéiques. Ainsi dans le rhumatisme articulaire aigu, dans la pneumonie, au début de la fièvre typhoïde, il y a généralement augmentation notable des sulfates excrétés par les reins. On peut faire la même observation dans l'urine des malades atteints d'encéphalite. Toutefois, suivant Mendel, quand l'agitation est continuelle et que la maladie s'aggrave beaucoup, on peut observer au contraire, une diminution

des sulfates de l'urine. Nous avons dit plus haut qu'il en était de même des matières extractives, comme si dans ces états très-graves l'économie épuisée n'avait même plus assez de forces pour désassimiler.

L'absorption des médicaments sulfureux, tels que le soufre en nature, les sulfates alcalins, les sulfures, les hyposulfites, augmente l'émission urinaire des sulfates. On les a vus, dans ces cas, tripler et quadrupler.

Variations des phosphates. — La quantité d'acide phosphorique et de phosphates journellement excrétés diminue un peu dans les maladies aiguës, grâce à la moindre alimentation des malades. Toutefois la fièvre fait presque toujours reparaître dans les urines une proportion de phosphates plus grande que celle qui, pour le même régime, serait normalement éliminée. Mais il importe dans ces cas de distinguer entre le départ des phosphates alcalins et celui des phosphates terreux.

En général, les phosphates alcalins augmentent ou diminuent en même temps que les sulfates. Ils semblent, en effet, avoir comme eux pour origine la désassimilation des substances protéiques. La période d'aggravation des maladies fébriles coïncide toujours avec la diminution des phosphates alcalins de l'urine ; ils reparaissent plus abondamment dès que la maladie reprend son cours régulier et tend vers la guérison. Ainsi dans la pneumonie, l'augmentation des phosphates alcalins coïncide en général avec une diminution de la fièvre et peut indiquer le début de la convalescence.

L'urine des rhumatisants se surcharge d'une abondante quantité de phosphates terreux. Heller a fait la remarque que si dans le cours du rhumatisme une péricardite se déclare, ces phosphates diminuent aussitôt dans l'urine ; lorsque cette grave complication tend à disparaître, un excès de phosphates terreux reparaît au contraire. On n'observe pas de phénomènes analogues dans l'endocardite. Maragliano a observé dans l'épidémie de variole de Gênes, en 1870, que l'absence de phosphates dans l'urine, sa coloration foncée, et l'apparition de l'albumine, annonçaient fatalement la mort, tandis que la réapparition de ces sels indiquait presque d'une manière certaine le début de la convalescence.

Dans les maladies chroniques, et particulièrement dans celles des reins, dans les maladies organiques du cœur, dans celles qui atteignent les voies digestives, dans les névroses, les maladies de

la moelle, les phosphates terreux excrétés restent souvent au-dessous de la normale. Il est toutefois des exceptions à cette règle. Suivant H. Jones, leur excrétion augmente de moitié au moins et peut même doubler par rapport à l'état normal dans la période d'acmé de la chorée ; ces mêmes sels tombent à un chiffre très-faible pendant la convalescence. Il en est de même dans beaucoup de névroses, comme on le verra plus bas. Il résulte des dosages de Mendel que, chez les malades atteints de certaines affections cérébrales, l'acide phosphorique éliminé est plus faible que chez les individus sains soumis à une même alimentation. Ses observations se rapportent à la manie périodique, à la manie furieuse, à l'épilepsie, à l'apoplexie cérébrale. Le chloral et le bromure de potassium font croître la quantité d'acide phosphorique excrété par les reins [1].

M. Bouchard a dosé jusqu'à 11 grammes d'acide phosphorique par 24 heures dans les urines des malades atteints d'atrophie aiguë du foie [2].

La production de sédiments urinaires de phosphates terreux, et surtout de phosphate de chaux, s'observe non-seulement dans le rachitisme, l'ostéomalacie [3], la carie osseuse, mais aussi dans la méningite d'une façon toute spéciale, et dans beaucoup de névroses. L'exagération dans l'élimination des phosphates terreux coïncide presque toujours avec une diminution dans l'acidité des urines (*Icery*).

Du troisième au neuvième mois, la quantité de phosphates, et surtout de phosphate de chaux, diminue notablement dans les urines de la femme enceinte. Le maximum de cette diminution a lieu du quatrième au huitième mois. A cette époque les phosphates ne se retrouvent quelquefois qu'à l'état de traces dans les urines, absorbés qu'ils sont par l'ossification du fœtus [4].

On ne doit pas oublier que les phosphates peuvent être rejetés en abondance avec les évacuations alvines, et que les flux intestinaux tendent à diminuer la quantité qui en est excrétée par les urines.

[1] *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, p. 272.
[2] *Tribune médicale*, 1873, p. 122.
[3] Les bains de mer diminuent ou font disparaître ces sédiments de phosphates terreux.
[4] Voyez à ce sujet DONNÉ, *Compt. rend. Acad. sc.*, t. XII, p. 954 ; LEHMANN, *Traité de chimie physiologique* ; BARLEMONT, *Thèses de Paris*, 1869, p. 55.

Variations de la chaux et de la magnésie. — Ces bases sont presque toujours contenues dans les urines sous forme de phosphates, mais on peut y rencontrer aussi des sédiments d'urates et de carbonate de chaux, tout spécialement dans les maladies cérébrales. D'après Primavera, les sels de chaux diminuent dans les urines, ou ne se retrouvent même quelquefois qu'à l'état de trace pendant la fièvre et presque dès son début. Au contraire, le phosphate de magnésie ne disparaît que bien plus difficilement et plus tard. Quand la maladie s'amende et que la convalescence tend à s'établir, la quantité de phosphate de magnésie subit une augmentation notable ; elle peut devenir alors trois ou quatre fois supérieure à la moyenne, tandis que le phosphate calcique continue à faire défaut, et ne reparaît que lorsque le malade entre franchement en convalescence.

Beaucoup d'affections cérébrales activent l'élimination du phosphate de chaux des urines. Dans l'atrophie des os, qui est souvent sous la dépendance d'une maladie du cerveau, la chaux apparaît en abondance dans le liquide urinaire non-seulement à l'état de phosphate, mais même de carbonate. Dans la méningite, les urines s'enrichissent en phosphates calcaires, et l'on devra toujours soupçonner cette complication lorsque, dans une fièvre à caractère grave la chaux, au lieu de diminuer, s'éliminera au contraire par les reins en quantité surabondante.

Dans l'ostéomalacie et le rachitisme, la quantité de chaux rejetée par les urines est toujours supérieure à la normale ; elle peut alors doubler et même tripler.

La production de sédiments urinaires de phosphates terreux n'implique pas toujours que ces sels soient en excès ; ils se déposent en effet après l'expulsion de l'urine, ou même dans la vessie, dès que pour une cause quelconque le liquide devient neutre ou alcalin.

On a dit plus haut que la chaux disparaissait quelquefois presque entièrement des urines des femmes enceintes du quatrième au huitième mois.

Variations de l'ammoniaque. — On sait qu'il existe encore des doutes sur la présence de l'ammoniaque libre ou à l'état de carbonate dans les urines normales, à plus forte raison en existe-t-il sur les variations subies par ces deux composés. On ne sait rien de plus de l'état normal ou anormal des sels ammoniacaux dans

l'urine. Ils existent quelquefois chez les personnes qui avalent la fumée de tabac, ou mangent certaines substances azotées, telles que les crucifères. L'odeur urineuse dégagée par les malades dans l'urémie et quelques autres affections graves, a été attribuée à la fermentation de l'urée qui se transformerait en carbonate d'ammoniaque au sein même de l'économie. Mais nous avons vu que le carbonate d'ammoniaque n'existait pas toujours dans le sang pendant cette maladie. (Voir Livre II, p. 332.)

§ 3. — PRÉSENCE DE PRINCIPES ANORMAUX DANS L'URINE

Les divers principes dont nous avons jusqu'ici étudié les variations, se trouvent également dans les urines normales et dans les urines pathologiques. Mais il existe des substances qui ne se rencontrent que dans ces dernières, et caractérisent par leur seule présence tel ou tel état anormal de l'organisme. Certaines d'entre elles, le sucre, l'albumine, par exemple, sont en solution ; d'autres, telles que la cystine, la tyrosine, le mucus, les oxalates terreux, etc., se déposent si elles sont en trop grande abondance, et forment des sédiments ou des calculs que nous étudierons dans l'Article suivant.

Les matières anormales les plus importantes qui peuvent être rencontrées dans les urines pathologiques sont : l'albumine, le sucre, les principes divers de la bile ; plusieurs matières azotées non protéiques, telles que la leucine, la tyrosine, l'allantoïne; enfin quelques substances protéiques extractives peu connues.

Albumine. — Les urines albumineuses sont pâles ou jaune verdâtre, peu denses (1,006 à 1,014), souvent troubles et alcalines. D'après Hoppe-Seyler, l'albumine que l'on retrouve anormalement dans l'urine est de l'albumine du sérum. Mais il me paraît certain qu'on peut y rencontrer d'autres principes protéiques. Les observations d'Icery[1] démontrent que pour une certaine tension du sang dans les capillaires du rein, et pour un état déterminé du tissu rénal, l'albumine est éliminée sous les diverses formes où elle est assimilée, ou qu'elle peut revêtir dans le sang. Les expériences de L. Corvisart, Schiff, Stockvis, Bernard, Brown-

[1] Voy. sa thèse : *Études sur les variations des éléments de l'urine*, 1854.

Séquard, etc., ont montré que si l'on injecte dans les veines des animaux du blanc d'œuf dilué et filtré, ou si on les nourrit simplement avec de grandes quantités de cette substance, l'albumine presque tout entière traverse le rein et s'élimine sans être notablement transformée. Il est vrai que dans ces cas, suivant J. C. Lehmann, on peut retrouver quelquefois dans les urines plus d'albumine qu'on n'en avait injecté, et que, d'après Magendie et Cl. Bernard, l'injection d'eau, ou de sérum du même animal, suffit pour faire passer de l'albumine dans ses urines, ce qui rend ce phénomène un peu obscur; mais la dialyse à travers le parenchyme des reins de l'albumine ordinaire est aujourd'hui mis hors de doute. D'un autre côté, Icery, Pavy[1], Terreil[2], ont fait voir que dans certains cas pathologiques l'albumine des urines n'a pas les propriétés de celle du sang. Tandis que l'albumine du sérum et celle des urines brightiques prennent à froid une belle coloration rouge violette en présence de l'oxyde de cuivre dissous dans la potasse caustique, et donnent au bout de quelques heures, quand on maintient la liqueur à 50°, un précipité non floconneux, l'albumine des urines des femmes enceintes ne produit pas ces réactions. (*Icery*.)

Lehmann a remarqué que, dans beaucoup de cas, les urines albumineuses précipitaient à froid par l'acide carbonique une matière analogue à la globuline. Edlessen a fait la même observation dans 31 cas d'albuminurie. Le précipité formé par l'acide carbonique ou acétique très-dilué, se dissolvait dans le sel marin, l'acide acétique et l'acide chlorhydrique.

On a aussi publié que dans les cas de *galacturie*, très-rares d'ailleurs, on trouvait quelquefois dans les urines les substances formatrices de la fibrine (matières fibrinogène et fibrinoplastique de la théorie allemande). Ces substances y sont à l'état soluble; le phosphate acide de soude de l'urine entrave pour un certain temps leur action réciproque, puis elles se coagulent, et l'on trouve alors dans l'urine des caillots fibrineux. Robin (*Leçons sur les liquides de l'organisme*, p. 477 et 722) et Ackermann ont constaté que de l'urine *parfaitement limpide* pouvait se prendre en une sorte de gelée, dès sa sortie de la vessie, sous l'influence de la coagulation de la fibrine.

[1] Lancet. Mai 1863.
[2] *Gazette des Hôpitaux*, 1863.

Enfin, on a signalé dans les urines des ostéomalaciques une substance albumineuse, non précipitable par l'eau bouillante ni par l'acide azotique à chaud, et qui jouit de propriétés analogues à celles de la lacto-protéine du lait de Millon et Commaille [1].

On sait que la caséine et les peptones, que l'on rencontre même dans le sang normal, traversent plus aisément les membranes animales que ne le fait l'albumine. Mais il faut observer aussi que la concentration ou la nature des sels du sérum provoquant l'exosmose plus rapide de la sérine, peuvent aider son passage dans les urines (*Vogel*, *Schmidt*), et que l'usage prolongé d'une alimentation trop albumineuse produit le même effet que l'injection d'albumine dans les veines.

La phthisie, la pneumonie et, en général, les maladies qui s'accompagnent dans l'économie oxydations imparfaites, sont souvent compliquées d'albuminurie. Il en est de même de celles qui altèrent le sang plus directement encore, telles que les maladies septiques, les fièvres contagieuses et éruptives, le choléra, les deux formes de l'ictère, quelques fièvres intermittentes. La péritonite, les maladies du cœur, occasionnent de 30 à 40 fois sur 100 le passage de l'albumine dans les urines.

L'albumine ne se rencontre pas dans les urines pendant les fièvres inflammatoires simples, sauf peut-être au début de la convalescence. On l'y trouve, au contraire, souvent dans les fièvres graves, excepté chez l'enfant qui grandit, et toujours dans la fièvre typhoïde, d'après M. Gubler. L'albumine passe aussi dans les urines sous l'influence d'un grand nombre de substances toxiques, dans la maladie saturnine, etc. [2].

Quoique le passage de l'albumine dans les urines ait toujours lieu dans la maladie de Bright quand il y a altération ou hypérémie du parenchyme rénal, on peut affirmer que ce principe peut se rencontrer dans les urines sans qu'il y ait dégénérescence des reins. Ainsi elle apparaît après l'emploi des diurétiques puissants, dans la grossesse, quand l'alimentation est trop riche en matières albuminoïdes, quand la pression sanguine devient trop considérable dans les reins (*Calculs ; embolies des veines émulgentes ; phlébite de ces veines*).

[1] Bence-Jones. *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. LXVII, p. 97.

[2] Voir sur l'albuminurie saturnine, A. Olivier, *Arch. gén. de méd.*, novembre et décembre 1863.

La quantité d'albumine éliminée quotidiennement par les urines peut varier de quelques milligrammes à 20 ou 30 grammes par jour et plus, mais ces derniers chiffres sont très-rares. Ils ne pourraient se soutenir longtemps sans entraîner la mort. En général, les pertes d'albumine varient entre 4 et 10 grammes par jour.

C'est après le repas que l'albumine est excrétée en plus grande quantité. Elle diminue très-notablement pendant la nuit (*Gubler*)[1].

Il ne faut pas oublier que le sucre accompagne souvent l'albumine, et qu'on a même signalé un certain nombre de fois l'inosite dans les urines albumineuses.

Quand l'albumine passe dans les urines, celles-ci décroissent presque toujours de volume, et s'appauvrissent en urée suivant la plupart des auteurs. M. Gubler a soutenu toutefois l'opinion contraire[2].

Glucose. — Dans les urines, la présence non accidentelle de glucose en quantité directement appréciable par le réactif cupropotassique est caractéristique du diabète. Mais ce sucre peut se rencontrer anormalement et passagèrement dans les urines d'individus qui ne sont pas atteints de cette maladie. On en a signalé de petites quantités durant la bronchite, la phthisie, l'asthme, et dans la période de réaction du choléra. On a dit aussi qu'il en existait une trace dans les urines normales (Voir *Partie Physiologique*). Le sucre apparaît dans celles des femmes enceintes et des nourrices lorsque le sucre de lait que fabrique la mamelle n'est pas entièrement consommé par la production du lait à l'époque de la fièvre de lait ou du sevrage.

Le glucose se montre dans les urines à la suite de certains troubles nerveux, respiratoires, digestifs ; souvent dans la maladie de Bright ; dans quelques apoplexies ; quelquefois après des chutes sur la nuque. On le rencontre assez fréquemment aussi chez les malades atteints d'anthrax, de suppurations abondantes (*phlegmons; variole*), à la suite de l'éthérification, de l'empoisonnement par le

[1] *Dict. sc. méd.*, t. II, p. 448.

[2] Quelques auteurs avaient cru trouver dans la pellicule qui se forme souvent sur l'urine des femmes enceintes une nouvelle matière albuminoïde qu'ils nommèrent *kyestéine*. Il résulte des observations les plus nombreuses que cette sorte de membrane n'est pas caractéristique de ces urines et se forme dans beaucoup d'autres cas. Elle se compose de vibrions, des spores, de cristaux d'urates et d'un peu de phosphates terreux ou de phosphate ammoniaco-magnésien.

curare, l'arsenic. M. E. Burdel a trouvé 92 fois du glucose dans les urines de 383 malades atteints de fièvres palustres. Le poids du sucre n'a jamais dépassé 12 grammes par litre ; le plus souvent on en trouvait de 6 à 4 grammes dans ce volume d'urine[1].

La quantité de sucre quotidiennement excrétée peut varier de quelques milligrammes à 10, 30, 100 grammes, et plus par jour.

Chez les diabétiques, le glucose diminue avec l'état fébrile, et disparaît presque dans la dernière période de la maladie.

Ce sucre est identique au dextroglucose ou sucre de raisin[2].

Matériaux de la bile. — Les matières colorantes et les acides biliaires se rencontrent quelquefois dans les urines. Nous avons déjà dit un mot des premières en traitant des variations de couleur des urines pathologiques.

Dans l'urine des ictériques on trouve de la bilirubine ou cholepyrrhine, et surtout de la biliprasine et de la biliverdine, qui dérivent de la bilirubine de la bile fraîche par oxydation et hydratation simultanées. Mais une certaine quantité de bilirubine non altérée persiste toujours, quoique ce pigment s'oxyde assez rapidement dès que les urines sont exposées à l'air. On peut, du reste, quelquefois observer une trace de ces substances sans qu'il y ait aucun trouble apparent de l'économie.

On a signalé dans quelques cas d'ictère des urines très-foncées qui ne donnent cependant pas la réaction caractéristique des matières colorantes de la bile quand on les traite par l'acide nitrique. Ces urines sont sans doute colorées par de l'urobiline ou par d'autres dérivés encore inconnus des pigments du sang et de la bile[3].

Les pigments biliaires se rencontrent exclusivement dans les urines, lorsque l'ictère a pour origine une altération du sang. Les *acides biliaires* n'accompagnent donc pas toujours dans l'urine les matières colorantes de la bile. L'acide cholique, en effet, absorbé ou injecté dans le sang, y subit des transformations

[1] *Union médicale*, 5 septembre 1872.

[2] Burresi a trouvé dans une urine une matière précipitant par l'acétate basique de plomb, réduisant pour le même poids une quantité de réactif cupropotassique quatre fois plus grande que le glucose, mais privée de pouvoir rotatoire.

[3] Coppezuoli a indiqué un ingénieux et rapide moyen de séparer de l'urine les pigments biliaires. Il consiste à ajouter un sulfate à la liqueur et à la précipiter par du chlorure de baryum qui entraîne la matière colorante, puis à agiter le précipité de sulfate de baryum avec du chloroforme qui redissout les pigments.

encore mal connues qui le font disparaître. Mais après la suppression morbide ou artificielle de l'écoulement de la bile dans l'intestin on rencontre dans les urines les acides biliaires que l'on peut précipiter par un lait de chaux. Ces acides peuvent s'y trouver à l'exclusion des pigments, comme dans la pneumonie bilieuse. Jusqu'à présent, toutefois, on n'a pu préparer avec les urines ictériques ni glycocolle, ni taurine.

Les acides biliaires passent plus spécialement dans l'urine quand l'ictère coïncide avec une inflammation ou une atrophie aiguë de la glande hépatique, lorsqu'un obstacle empêche la bile de s'écouler dans l'intestin et qu'elle est dès lors résorbée par les lymphatiques et les veines du foie. On trouve aussi des acides biliaires dans l'urine à la suite de certains troubles de la nutrition, lorsque l'acide cholique absorbé dans le tube digestif ne peut ensuite subir ses transformations normales.

La cholestérine ne se rencontre jamais dans l'urine pendant les affections du foie, ni dans aucune des maladies qui se compliquent d'ordinaire d'ictère. Beale l'a trouvée, mélangée dans l'urine à des substances grasses, dans la dégénérescence adipeuse des reins.

Allantoïne; Leucine; Tyrosine; Cystine; Acide oxyformobenzoïlique. — Ces diverses substances peuvent se rencontrer à la fois ou séparément dans quelques urines pathologiques ou normales. Elles augmentent de quantité lorsque les malades sont atteints d'affections graves du foie, dans les fièvres éruptives, la variole, la fièvre typhoïde. Elles concourent souvent à former des sédiments et des calculs dont nous parlerons plus loin.

L'*allantoïne* $C^4H^6Az^4O^3$ a été déjà décrite à propos des urines normales. Elle a été rencontrée dans des cas encore mal déterminés. L'urine très-acide des jeunes veaux, en contient une notable proportion. Serait-elle un produit spécial de transformation de la caséine?

La *leucine* $C^6H^{13}AzO^2$, découverte par Prout, fait partie constituante d'un grand nombre de nos organes. On l'a trouvée dans le foie, le pancréas, la rate, le thymus, la glande thyroïde, les ganglions lymphatiques, la salive et les glandes salivaires, les poumons, le cerveau, la partie inférieure de l'intestin. Elle se produit artificiellement par l'action des acides et des alcalis sur les substances albuminoïdes, ainsi que par la putréfaction de ces der-

nières. On peut regarder la leucine comme un acide oxycaproïque amidé homologue du glycocolle (Voir t. I, p. 260)

A l'état impur, elle se présente sous forme de sphères, striées concentriquement, légèrement jaunâtres, grasses au toucher. Cristallisée dans l'alcool elle donne des écailles nacrées, ressemblant à la cholestérine. Elle se dissout dans l'eau, les acides et les alcalis. Elle se sublime à 170°, et si on la chauffe plus fortement elle donne de l'acide carbonique et de l'amylamine

$$\underset{\text{Leucine.}}{C^6H^{13}AzO^2} = CO^2 + \underset{\text{Amylamine.}}{C^5H^{13}Az}$$

Fondue avec la potasse elle se dédouble en acide valérique, acide carbonique, ammoniaque et hydrogène.

Elle a été observée dans l'urine des malades atteints de variole, de typhus, d'atrophie du foie et d'ictère grave.

La *tyrosine* $C^9H^{11}AzO^3$, est encore un produit de décomposition des substances protéiques. Elle accompagne souvent la leucine dans le foie, la rate, le pancréas, le sang des veines hépatiques. On l'a signalée dans la bile des typhisés.

La tyrosine peut être regardée comme le dérivé amidé de l'acide oxyphenyl-propionique (Voir t. I, p. 261). Elle est difficilement soluble dans l'eau pure, insoluble dans l'éther et dans l'alcool, les acides et les alcalis la dissolvent aisément. Oxydée par le chromate de potasse et l'acide sulfurique, la tyrosine donne de l'essence d'amande amère, des acides cyanhydrique, benzoïque, formique, acétique, oxalique et carbonique.

Elle a été trouvée dans l'urine des malades atteints de cirrhose aiguë[1], de variole, de typhus. Elle forme souvent des calculs.

Dans l'atrophie aiguë du foie, l'acide *oxyformobenzoïlique* accompagne très-souvent dans l'urine la leucine, la tyrosine et les matériaux de la bile[2].

Dans les inflammations du parenchyme hépatique, Frerichs a constamment trouvé que l'urée était réduite à des traces, tandis que la leucine, la tyrosine et les matières extractives diverses la remplacent. Elles se déposent en partie des urines sous forme de sédiments dans l'hépatite des pays chauds.

[1] Elle n'y existe pas toujours.
[2] SCHULTZEN et RIESS, en *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 85.

La *cystine* $C^3H^7AzSO^2$, a été rencontrée plusieurs fois dans les sédiments et dans les urines, d'où elle se précipite par addition d'acide acétique ou tartrique sous forme d'une poudre presque blanche. Nous avons décrit cette substance, t. II, p. 6, à propos des reins.

La *taurine* (qui accompagne souvent la cystine) étant l'amide isethionique :

$$\underset{\text{Acide isethionique.}}{C^2H^5(AzH^4)SO^4} - H^2O = \underset{\text{Taurine.}}{C^2H^7AzSO^3}$$

l'homologue supérieur de la taurine serait l'amide du corps $C^3H^7(AzH^4)SO^4$, et le nitrile correspondant pourrait être la cystine formée d'après l'équation :

$$\underset{\text{Homologue supérieur de l'acide isethionique.}}{C^3H^7(AzH^4)SO^4} - 2H^2O = \underset{\text{Cystine.}}{C^3H^7AzSO^2}$$

ou en développant la formule de cette dernière :

$$(SO^2)'' \left\{ \begin{array}{l} C^3H^7 \\ Az \end{array} \right.$$

Nous avons vu t. I, p. 264, que suivant une hypothèse différente, d'autres chimistes représentaient la cystine par la constitution

$$(C^3H^3S)''' \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ AzH^2 \end{array} \right.$$

A côté de ces substances, et souvent mélangées à elles, peuvent quelquefois exister dans les urines de la *xanthine*, de la *sarcine*, de la *guanine* que l'on trouve aussi dans le foie, la rate et le pancréas. La xanthine forme très-rarement des calculs urinaires, et l'hypoxanthine se rencontre en petite quantité dans l'urine des malades atteints d'ictère grave ou de leucocythémie. On reviendra sur ces trois substances à propos des sédiments urinaires. (Voir pour leur histoire Tissu musculaire, t. I, p. 300).

Inosite. — $C^6H^{12}O^6 + 2H^2O$. Cet isomère du glucose, qui paraît identique avec la phaséomannite des légumineuses, a été rencontré dans les urines de quelques diabétiques, et quelquefois aussi dans la maladie de Bright. Quand un individu sain mange des aliments

riches en inosite (pois, haricots), on n'en trouve cependant pas dans ses urines. L'inosite est d'ailleurs un des éléments constants de la plupart de nos organes, de notre cerveau, de nos muscles; le foie, la rate, les poumons, en contiennent. Elle provient d'un dédoublement des matières albuminoïdes de l'économie. Elle peut apparaître dans les urines quand on pique le plancher du quatrième ventricule cérébral (*Cl. Bernard*). L'inosite ne fermente pas et ne donne pas avec le réactif cupropotassique un précipité rouge brique d'oxydule, mais seulement, et peu à peu, un dépôt verdâtre. Pour reconnaître dans une urine la présence de l'inosite Gallois conseille d'opérer comme il suit : on évapore lentement un peu d'urine dans une capsule de porcelaine, et lorsque la dessiccation est presque complète, on ajoute à cet extrait quelques gouttes de nitrate mercurique en solution concentrée acide. On obtient ainsi un précipité jaunâtre que l'on promène sur la paroi de la capsule et qu'on dessèche avec précaution en continuant à chauffer; si le liquide renferme de l'inosite, le précipité d'abord jaune se colorera en rose à chaud, se décolorera à froid et reprendra sa teinte rosée en réchauffant de nouveau. Gallois a trouvé 1 fois sur 6 l'inosite à côté du glucose, dans l'urine des diabétiques, et 1 fois sur 12 dans la maladie de Bright (Gallois, *De l'inosurie*, Paris, 1863). Holl (de Bonn)[1], ayant rencontré de l'inosite dans l'urine d'un diabétique, observa que sa quantité suivait une marche inverse de celle de l'urée et du glucose. Ce dernier sucre ayant disparu, il put doser jusqu'à 20 grammes d'inosite en 24 heures. Cette substance a été, du reste, déjà décrite dans cet ouvrage à propos du *Tissu musculaire*, t. I, p. 305).

Acides benzoïque; formique; acétique; butyrique. — De ces acides, les trois premiers ne semblent apparaître dans l'urine que comme produits de putréfaction ou de fermentation. L'acide benzoïque provient du dédoublement de l'acide hippurique; l'acide acétique de la fermentation du glucose, et peut-être comme l'acide formique, des transformations des matières colorantes. L'acide formique apparaît en outre après l'absorption de certaines matières telles que l'amygdaline (*Lehmann* et *Ranke*). Quant à l'acide butyrique, il a été signalé par Lehmann dans l'urine des femmes enceintes et des femmes en couches, et même dans les urines nor-

[1] Voir *Gaz. hebdomadaire*, 1859.

males : ce dernier point reste toutefois douteux. L'acide butyrique peut être accompagné d'une certaine quantité de corps gras.

Graisses. — Chyle. — Sang. — Les urines chyleuses tenant en suspension des globules gras émulsionnés, caractérisent l'état auquel on a donné le nom de *chylurie* et, à tort, de *galacturie*. Le plus souvent, dans nos pays tempérés, c'est à peine si quelques globules de graisse passent dans les urines lorsqu'on fait usage d'un régime trop chargé de matières grasses ou durant la gravelle. Mais les globules graisseux se rencontrent plus souvent dans les urines des pays équatoriaux ; leur couleur est blanche, café au lait ou rougeâtre. La chylurie est ordinairement accompagnée d'hématurie. Quand l'affection est légère, les urines du matin sont exemptes de graisse mais contiennent de l'albumine ; si la maladie s'aggrave, les urines donnent une véritable couche crémeuse d'où l'on peut extraire la graisse par agitation avec de l'éther. La partie ainsi dissoute possède quelquefois une odeur aromatique. Le plus souvent les urines chyleuses contiennent des substances spontanément coagulables ; elles se transforment alors en une gelée tremblotante qui, lorsqu'on l'exprime, laisse un résidu fibrineux. Toute urine chyleuse contient de l'albumine coagulable par la chaleur, et le plus souvent quelques globules rouges et blancs[1]. Ces caractères montrent bien que la chylurie est due au passage de la lymphe ou du plasma sanguin à travers les tubes urinifères. Les urines chyleuses ne se coagulent pas par l'acide acétique.

L'urine des hématuriques et des chyluriques contient le plus souvent une petite quantité de cylindres fibrineux[2].

On parlera du passage du sang dans les urines à propos des *sédiments urinaires organisés*.

Acide oxalique. — Acide lactique. — L'acide oxalique, ou plutôt l'oxalate acide de chaux, se rencontre dans l'urine normale en très-petite quantité, ou bien y apparaît à la suite du moindre dérangement dans les fonctions de la peau ou de la respiration. Dans les urines pathologiques les oxalates peuvent former des sédiments abondants ou des calculs.

L'origine de cet acide est complexe. Un grand nombre de

[1] Cette albumine disparaît suivant Bence-Jones lorsque le malade se soumet au repos le plus absolu.

[2] D'après Petters il existerait des traces d'acétine dans l'urine des diabétiques.

substances alimentaires suffisent pour faire apparaître des dépôts d'oxalates de chaux dans l'urine refroidie. Le sucre, l'amidon, la dextrine, quelques acides végétaux, les vins chargés de tartre, l'usage des liquides alcooliques riches en acide carbonique, augmentent l'excrétion des oxalates. Un certain nombre d'aliments, l'oseille, la tomate, la rhubarbe, le contiennent tout formé à l'état de sel acide. Une grande partie des substances que l'on trouve dans l'urine normale, telles que l'acide urique, la xanthine, la sarcine, la créatinine, la leucine, peuvent lui donner naissance par leur oxydation incomplète au sein de l'économie tandis qu'elles se transforment normalement en urée et acide carbonique. Wœhler et Frerichs ont démontré que chez l'homme et le lapin l'ingestion de l'urate d'ammoniaque fait apparaître dans les urines des dépôts d'oxalates[1].

On ne saurait donc dans chaque circonstance dire toujours à quelle cause il faut attribuer l'apparition des dépôts d'oxalates urinaires. Mais, sauf le cas où ces sels sont ingérés en nature, on peut toujours affirmer que l'apparition de ces sédiments coïncide avec des troubles respiratoires, perspiratoires ou digestifs. Dans la grossesse, et dans les maladies qui s'accompagnent d'une dépression du système nerveux, l'acide oxalique augmente dans les urines, parce qu'il y a dans ces divers cas désassimilation et oxydation imparfaite.

La production notable d'oxalates est toujours accompagnée d'une augmentation dans la sécrétion de l'acide urique[2] (Voir *Sédiments et calculs urinaires*).

Suivant la remarque de Lehmann, l'*acide lactique* se retrouve quelquefois dans les urines dans des conditions analogues aux précédentes. Il apparaît aussi pendant les états fébriles, mais il est surtout abondant dans le liquide sécrété par les reins pendant l'empoisonnement par le phosphore. On en a trouvé alors des quantités souvent très-considérables, accompagné d'albumine, et de matières colorantes de la bile.

[1] Chez un albuminurique, qui excrétait par les urines une quantité surabondante d'acide urique, Ivery a vu disparaître ce principe en même temps que se former des dépôts d'oxalate calcaire.

[2] Voir à ce sujet Gallois. *De l'oxalate de chaux dans les sédiments de l'urine*. Paris, 1859.

ARTICLE II

DES SÉDIMENTS ET DES CALCULS URINAIRES

§ 1. — ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DES SÉDIMENTS ET DES CALCULS[1].

Les substances qui se rencontrent normalement ou anormalement dans les urines peuvent se déposer dans les reins, dans la vessie, ou dans l'urine même après qu'elle a été expulsée, et former ainsi des sédiments, qui lorsqu'ils s'agglomèrent dans les diverses parties de l'appareil urinaire, constituent les calculs rénaux, vésicaux, etc. Le médecin doit s'attacher à l'étude de la nature de ces divers dépôts qui, suivant leur composition, ont une signification pathologique variable.

Des sédiments urinaires en général. — L'urine peut être trouble au moment de la miction, ou ne donner de sédiment qu'après qu'elle aura été laissée quelque temps au repos et qu'elle se sera refroidie. Le premier cas se présente quand l'urine est alcaline (*Sédiments de phosphates terreux*, *ou ammoniaco-magnésien*, très-rarement dépôts *de carbonates*) ou quand elle contient du pus, du sang, du mucus. Si, au contraire, l'urine est acide au sortir de la vessie, elle ne donnera en général de dépôt qu'en se refroidissant; celui-ci sera surtout formé d'urates, et souvent d'une petite quantité d'acide urique libre, d'oxalate et de phosphate de chaux, très-rarement d'acide hippurique, de cystine ou de xanthine.

Si l'on veut s'en tenir à une première approximation sur la nature de ce sédiment, ou même si l'on doit l'étudier plus tard de plus près et avec détail, il sera bon d'en faire un examen préalable au moyen du microscope et de le soumettre à quelques réactions préliminaires.

Pour cela, on décantera avec soin la partie claire de l'urine. On placera sur le porte-objet du microscope une goutte de la portion trouble et on l'examinera sous un grossissement de 300 dia-

[1] Beaucoup des renseignements que l'on trouvera dans cet article ont été empruntés à l'excellent travail sur les sédiments et les calculs urinaires du *Traité des humeurs* de *Ch. Robin*. Paris, 1867.

mètres environ. Ce dépôt pourra paraître cristallin, amorphe, ou avoir une structure cellulaire et organisée.

(*a*). — Si *le dépôt est cristallin* (ou en partie cristallin) il pourra être formé de *phosphate ammoniaco-magnésien*, *d'oxalate de chaux*, *d'acide urique*. Si l'on fait pénétrer par capillarité entre les deux lames de verre qui comprennent ce précipité une goutte d'acide acétique étendu, celui-ci dissoudra le *phosphate ammoniaco-magnésien*, mais non les deux autres. Si l'on fait la même réaction avec une goutte de lessive de potasse au dixième, elle dissoudra lentement *l'acide urique*. On verra plus loin les caractères microscopiques et chimiques qui définissent entièrement chacune de ces espèces.

(*b*). — Si *le dépôt est amorphe*, il pourra contenir du *phosphate de chaux*, des *urates acides alcalins*, très-rarement du *carbonate de chaux*. Par l'acide acétique, on dissoudra le *phosphate de chaux* et son *carbonate*, les *urates* disparaîtront lentement et seront remplacés, peu à peu, par des cristaux d'*acide urique hydraté* (*Voir plus loin*).

(*c*). — Si *le dépôt a une structure organisée*, le microscope fera reconnaître les divers *épithéliums*, les *spermatozoïdes*, le *mucus*, les *cylindres urinaires*, les *hématies*, les *globules de pus*, les *microzoaires et les microphytes*.

Très-souvent le sédiment observé pourra être un mélange de ces diverses espèces que l'on devra successivement caractériser.

Nous empruntons au travail de M. Marais[1] les tableaux suivants qui indiquent d'une manière synoptique très-nette la marche à suivre pour la détermination, sous le microscope, d'un sédiment urinaire.

[1] *Essai pratique des urines et des calculs urinaires* par l'analyse microchimique. Paris, 1872, Savy.

Tableau Ier. — SÉDIMENTS INORGANISÉS.

Corps nettement cristallins.	Cristaux très-volumineux, généralement isolés, transparents, à arêtes vives, forme typique en couvercle de cercueil.	Solubles dans l'acide acétique.	*Phosphate ammoniaco-magnésien.*
	Cristaux volumineux mais généralement groupés, colorés en jaune ou en brun, à surface souvent fendillée, à contours très-foncés.	Insolubles dans l'acide acétique.	*Acide urique*
	Cristaux très-petits, isolés, très-transparents et très-réfringents, à arêtes vives, de forme octaédrique, souvent en enveloppe de lettre (employer un grossissement de 400 diamètres).	Insolubles dans l'acide acétique.	*Oxalate de chaux.*
Corps amorphes.	Granules arrondis ou ovales à contours foncés, noirâtres, isolés ou réunis trois ou quatre ensemble, en étoiles en grains de chapelet, etc. Granules très-pâles, beaucoup plus petits, très-transparents et difficiles à apercevoir, toujours réunis par plaques irrégulières ponctuées (aspect le plus constant).	Solubles dans l'acide acétique sans dégagement de gaz.	*Phosphate de chaux.*
	Grains arrondis, isolés, à stries concentriques ou rayonnées (quelquefois les deux ensemble), plus ou moins opaques et noirâtres.	Solubles dans l'acide acétique avec dégagements de bulles de gaz à leur surface.	*Carbonate de chaux.*
	Petits granules jaunâtres, tantôt très-petits et disposés en séries ramifiées (*sédiments récents*), tantôt plus volumineux sous forme de globules à contours noirs et à centre jaune, réunis en masse ou bien isolés et hérissés de pointes (*sédiments anciens*).	Solubles dans l'acide acétique lentement avec apparition, au bout de quelques instants, de tablettes incolores d'acide urique.	*Urates.*
	Granulations très-fines isolées, agitées d'un mouvement de tourbillon (mouvement *Brownien*).	Insolubles dans l'acide acétique.	*Granulations moléculaires.*
	Granulations arrondies, de grandeur variable, très-réfringentes, solubles dans un mélange d'alcool et d'éther, surtout après addition d'une trace de soude.	Insolubles dans l'acide acétique.	*Gouttelettes de graisse.*

TABLEAU II. — SÉDIMENTS ORGANISÉS.

Forme cellulaire plus ou moins arrondie.	Globules toujours ronds à contours lisses ou crénélés, sans noyaux, présentant le plus souvent une dépression centrale, isolés, réunis en pile ou englobés dans des filaments de fibrine ou de mucus.	Gonflés par l'acide acétique faible ou recroquevillés, et prenant un aspect framboisé. Non colorés par le carmin.	*Globules sanguins.*
	Globules ronds ou ovales, à contours peu accentués, à contenu blanc grisâtre, granuleux ou nucléolé; isolés ou réunis en masses, et alors polygonaux, souvent englobés dans du mucus et allongés.	Pâlis par l'acide acétique qui fait apparaître dans leur intérieur 2 à 3 nucléoles colorés par le carmin.	*Leucocythes.*
	Globules ronds ou ovales très-petits, très-refringents, présentant quelquefois un ou deux nucléoles brillants ou des expansions verruqueuses sur leurs contours; isolés ou réunis en chapelets (grossissement, 500 diamètres).	Non modifiés par l'acide acétique, non colorés par le carmin. — Les nucléoles ou l'intérieur de la cellule se colorent en jaune par l'eau iodée.	*Spores.*
	Très-petits corpuscules ovales, refringents, hyalins, munis d'une queue en forme de filament délié très-long.	Non modifiés par les réactifs.	*Spermatozoïdes.*
Forme cylindrique ou fusiforme.	Éléments arrondis, cylindriques, fusiformes ou polygonaux, à contenu granuleux et le plus ordinairement muni d'un ou plusieurs noyaux.	Pâlis par l'acide acétique qui fait paraître nettement les noyaux en les déformant. — Colorés par le carmin, les noyaux surtout.	*Épithéliums.*
	Cylindres volumineux à aspects variables, plus ou moins longs, quelquefois tordus ou ondulés (grossissement de 120 diamètres).	Pâlissent sous l'influence de l'acide acétique et se rétractent de nouveau par les alcalis.	*Cylindres urinaires.*
	Cylindres ou bâtonnets très-courts et très-petits, en général nombreux et semblables entre eux, transparents, souvent agités de mouvements ondulatoires.	Non modifiés par l'acide acétique, qui ralentit ou arrête leurs mouvements.	*Vibrioniens.*
Filaments ou flocons.	Filaments très-minces plus ou moins modifiés ou entre-croisés.	Non modifiés par l'acide acétique.	*Algues; champignons*
		Pâlis par l'acide acétique; l'aspect fibrillaire disparaît et fait place à une masse amorphe gonflée, transparente, qui redevient fibrillaire par la potasse.	*Caillots de fibrine.*
		Rendus plus évidents par l'acide acétique qui leur donne un aspect ponctué ou strié.	*Mucus.*

TABLEAU III. — ACTION DE L'ACIDE ACÉTIQUE SUR LES SÉDIMENTS.

Ajoutez, sous le microscope, une goutte d'acide acétique à 4 équivalents d'eau. Elle pénétrera par capillarité ;

Disparaissent.

- *Phosphate ammoniaco-magnésien.*
- *Phosphate de chaux.* — Se dissout plus lentement que le précédent.
- *Carbonates.* — Se dissolvent avec dégagement de bulles de gaz, qui suintent de leur surface. Si l'urine était ammoniacale, la masse tout entière du liquide émettrait de grosses bulles d'acide carbonique.
- *Urates.* — Dissolution lente. Ils sont peu à peu remplacés par des tablettes d'acide urique.

Seront modifiés.

- Sont pâlis.
  - *Epithéliums.* — Les noyaux, s'ils existent, deviennent plus évidents, mais difformes.
  - *Certains cylindres urinaires*, les cylindres épithéliaux, et ceux recouverts d'urates.
  - *Fibrine.* — Elle est gonflée ; son aspect fibrillaire disparaît
  - *Leucocythes.* — Pâlis avec apparition de deux ou trois noyaux.
- Sont pâlis et recroquevillés ou gonflés. — *Globules sanguins.*

Non modifiés.

- *Acide urique.*
- *Oxalate de chaux.*
- *Spores, algues, filaments végétaux.*
- *Spermatozoïdes, vibrions, bactéries.*
- *Granulations moléculaires.*

Peuvent apparaître.

- *Acide urique.* — En cristaux sous forme de tablettes incolores, transparentes, souvent disposées en séries.
- *Stries ou ponctuations* sur filaments de mucus.

TABLEAU IV. — ACTION DE LA POTASSE SUR LES SÉDIMENTS URINAIRES.

Insinuez un brin de coton fin entre les deux plaques de verre qui comprennent la préparation. Humectez-le avec une solution de potasse caustique au 10e;

Disparaissent.

- *Urates.* — Dissolution d'autant plus lente qu'ils sont plus anciens.
- *Acide urique.* — Dissolution lente et progressive.
- *Globules sanguins.* — On les voit éclater et se dissoudre spontanément.
- *Leucocythes.* — Pâlissent et se dissolvent rapidement.
- *Noyau des épithéliums.* id.
- *Cylindres urinaires.* id.
- *Fibrine et mucus.* — Dans les cylindres granuleux la potasse dissocie les granulations qui nagent alors dans le liquide.

Sont modifiés.

- *Epithéliums.* — Les noyaux disparaissent ; la cellule pâlit en même temps, se gonfle et s'arrondit en vésicule ; les contours ne se voient alors qu'à l'aide de la lumière oblique. — Les épithéliums pavimenteux sont ceux qui résistent le mieux à l'action de la potasse.

Ne sont pas modifiés.

- *Phosphate ammaniaco-magnésien.*
- *Phosphate de chaux.*
- *Carbonate de chaux.*
- *Oxalate de chaux.*
- *Spores, vibrions, bactéries.* — Leurs mouvements sont arrêtés.
- *Spermatozoïdes.*
- *Filaments végétaux.*
- *Granulations moléculaires.*

Des calculs urinaires en général. — Les concrétions ou agglomérations calculeuses formées par les corps précédents, et par quelques autres plus rares (xanthine, cystine, silice, etc...) peuvent se rencontrer dans les reins, la vessie, les uretères, l'urèthre, mais le plus souvent dans les deux premiers organes. Ces calculs en général ovoïdes, tantôt lisses et ternes à leur surface, tantôt couverts de tubercules et d'aspérités ou *mûriformes* (Voy. *fig.* 49) sont de volumes et de poids extrêmement variables. Si on les divise par un trait de scie passant en leur centre, on voit qu'ils sont le plus souvent formés de couches concentriques, quelquefois de même nature, mais souvent de couleur, de consistance et de composition variables. Elles se sont formées, dans la majorité des cas, autour d'un *noyau* qui peut être un caillot de sang, de mucus, un gravier antérieurement formé, ou bien un corps étranger artificiellement introduit dans la vessie.

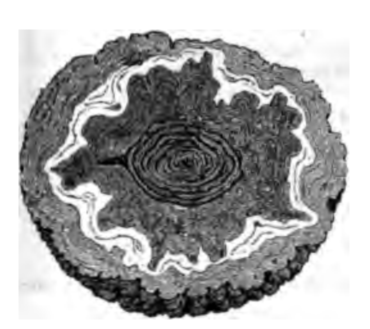


Fig. 49. — Calcul urinaire mûriforme.

Sur 600 calculs analysés par Fourcroy et Vauquelin, on a trouvé : calculs d'acide urique pur, 25 pour 100; calculs d'oxalate de chaux, 20 pour 100 ; calculs d'urate d'ammoniaque et de phosphates terreux, mêlés ou en couches distinctes, 11,7 pour 100 ; calculs d'oxalate de chaux, d'acide urique (quelquefois d'urate d'ammoniaque) et de phosphates terreux mélangés, 10 pour 100 ; calculs d'oxalate de chaux et d'acide urique en couches distinctes, 5 pour 100 ; calculs d'acide urique et de phosphates terreux mêlés ou en couches distinctes, 4,5 pour 100; calculs d'oxalate de chaux et de phosphates terreux, 2,5 pour 100 ; calculs de phosphates terreux, 2,5 pour 100. Tous les autres calculs de cystine, xanthine, urostéalithe, calculs siliceux, fibrineux, etc., étaient d'une extrême rareté (en tout, 8,8 pour 100).

Sur 91 calculs conservés dans les musées pathologiques de Londres et de Saint-George-Hospital, Dickinson en trouva 52 simples et 39 composés de diverses substances. L'acide urique s'est rencontré dans 21 de ces calculs simples; 11 étaient formés d'oxalate de chaux; 9 à 12 de phosphates terreux mélangés ; 1 de

carbonate de chaux ; 2 de cystine. Les calculs composés contenaient presque invariablement un noyau d'oxalate de chaux, d'acide urique ou d'urates, en général recouvert par des couches de phosphate ou de carbonate de chaux.

Étant donné un calcul, comment doit-on procéder à son examen préliminaire? Après l'avoir divisé par un trait de scie passant par le centre , on séparera une parcelle des diverses couches non homogènes dont il pourra être composé, et sur chacune d'elles on agira comme il suit :

Quelques milligrammes du calcul seront calcinés sur une lame de platine; en général, cette prise d'essai brunira, se carbonisera et pourra laisser ou ne pas laisser de résidu minéral.

(*a*). — Si *le calcul se carbonise, puis brûle, et ne laisse pas de résidu sensible*, il est entièrement composé de matière organique et peut être formé *d'acide urique*, *d'urate d'ammoniaque* ou de *corps très-rares*, tels que *cystine*, *xanthine*, *fibrine*, etc.

L'acide urique libre ou à l'état de sel ammoniacal, devra être recherché aussitôt en traitant la poudre du calcul par un peu d'acide nitrique évaporant (*résidu orangé*), ajoutant une ou deux gouttes d'ammoniaque et évaporant de nouveau à feu doux. On obtiendra ainsi la belle coloration pourpre de la murexide. On recherchera si le calcul est bien un sel d'ammoniaque au moyen d'une lessive de potasse avec laquelle on fera bouillir la poudre à essayer ; dans ces conditions l'acide urique ne dégage pas, comme l'urate d'ammoniaque, de gaz alcalin ammoniacal.

Lorsque ainsi traitée, une parcelle du calcul ne donnera pas les caractères de l'acide urique, on recherchera les corps rares comme il est dit plus loin pour chacun d'eux en particulier.

(*b*). — Si *le calcul se carbonise notablement d'abord, brûle ensuite et laisse un résidu sensible*, il contient à la fois des matières organiques et minérales. Or, en consultant la statistique ci-dessus de Fourcroy et Vauquelin, nous voyons que la matière organique de beaucoup le plus souvent mêlée aux matières minérales, est encore l'acide urique. On recherchera donc cet acide comme il est dit en (*a*). Si la substance du calcul fortement carbonisable pendant la calcination ne contenait pas d'acide urique ce serait le cas de rechercher les substances rares.

Mais le plus souvent on aura de l'acide urique et l'on devra déterminer si cet acide est combiné à une base, quelle est cette

base, et si l'urate principal du calcul est mêlé à d'autres sels. Pour cela, on pulvérisera avec soin une parcelle de la concrétion à examiner et on en traitera la poudre à deux ou trois reprises par 150 fois son poids d'eau bouillante. On obtiendra ainsi un résidu (*r*), tandis qu'on dissoudra l'acide urique au moins en très-grande partie, ainsi que les urates ; on filtrera, et l'on évaporera cette solution. Quand elle aura été réduite au sixième de son volume, si par le repos et le refroidissement, on obtient des cristaux d'acide urique, hydraté avec ses caractères microscopiques (V. plus loin), et si la solution rougit sensiblement le papier de tournesol bleu, on pourra affirmer la présence de l'acide urique à l'état de liberté. L'ammoniaque, la chaux, la magnésie se reconnaîtront aussi dans cette liqueur par les procédés ordinaires. La partie (*r*) restée insoluble dans l'excès d'eau bouillante pourra contenir de l'*oxalate* et du *phosphate* de chaux, du *phosphate ammoniaco-magnésien*, etc., et devra être étudiée d'après les méthodes habituelles de l'anaylse minérale.

(*c*). — Si *le calcul brunit ou noircit à peine par sa calcination et laisse un notable résidu*, il est presque entièrement composé de matières minérales et spécialement, d'après la statistique ci-dessus, d'oxalate de chaux, de phosphates terreux, ou d'un mélange de ces deux substances. Ses caractères physiques et micrographiques (V. plus loin), et une rapide analyse qualitative feront reconnaître la nature de ses diverses couches. Il sera toujours bon cependant d'y rechercher et de noter la présence de traces d'acide urique, et d'y doser par calcination, après dessiccation complète à 100°, la quantité qu'il contient de matière organique en tenant compte du fait de la décomposition des oxalates terreux par la chaleur et faisant, à ce point de vue, les corrections nécessaires.

Des sédiments et des calculs urinaires en particulier. — Division du sujet. — Nous venons de voir que dans bien des cas les sédiments et les calculs que l'on aura à examiner sont un mélange de diverses espèces chimiques qui se précipitent simultanément ou successivement. Mais pour la clarté de l'exposition, nous allons décrire les *sédiments* et avec ceux-ci les *calculs* correspondants *formés par une seule substance*. Nous donnerons, quand il le faudra, les renseignements nécessaires sur les sédiments ou les calculs mixtes comprenant un mélange d'espèces diverses, mélange que nous venons, du reste, d'apprendre à reconnaître.

Nous allons étudier successivement :

1° *Les sédiments et les calculs de matières minérales*;

2° *Les sédiments et les calculs contenant des matières organiques, mais non organisées;*

3° *Les sédiments et les calculs formés de matières organisées.*

§ 2. — SÉDIMENTS ET CALCULS DE MATIÈRES MINÉRALES.

Ces dépôts sont formés par du phosphate de chaux et du phosphate ammoniaco-magnésien, auxquels nous pouvons joindre l'oxalate de chaux qui, quoique dérivant d'un acide d'origine habituellement organique, ne se carbonise pas quand on le chauffe. Les calculs minéraux peuvent aussi contenir chez l'homme un peu de carbonate de chaux, très-rarement de la silice, du fer, etc.

Oxalate de chaux. — Ce sel dissous le plus souvent dans l'urine à la faveur du phosphate acide de soude, se dépose dès que la liqueur tend à devenir neutre. Aussi forme-t-il le plus fréquemment, après l'acide urique, des sédiments urinaires et des calculs. Les sédiments d'oxalate calcaire apparaissent surtout chez ceux qui font usage d'une alimentation très-végétale, après l'ingestion des vins mousseux, des eaux alcalines, ou quand on absorbe des substances riches en oxalates acides, telles qu'oseilles, tomates, rhubarbe, valériane, cannelle, ou pouvant aisément en donner, comme le sucre. Sous l'influence des moindres troubles survenus dans les fonctions de la respiration, de la digestion, ou de la perspiration cutanée, l'oxalate calcaire se dépose dans l'urine sous forme de sédiments. On l'y trouve d'une manière constante dans la convalescence des maladies graves, chez les rachitiques, les dyspeptiques, dans le rhumatisme, la pleurésie chronique[1]. L'oxalate de chaux est souvent accompagné d'acide urique et d'urates en excès.

Sédiments d'oxalate de chaux. — Ce sel se présente le plus souvent dans les dépôts urinaires en cristaux octaédriques (*fig.* 50) très-petits, ayant la forme d'enveloppes de lettres. Ils sont limpides et brillants. Godling-Bird a décrit des amas de cristaux

[1] Voir sur l'*oxalurie* le travail de GALLOIS : *De l'oxalate de chaux dans les sédiments de l'urine*. Paris, 1859, p. 22 et suiv.

d'oxalate calcaire ayant la forme de deux reins réunis par leur convexité ou se rapprochant de la forme d'un *sablier*. Ces cristaux ne peuvent être confondus qu'avec ceux de sel marin ou ceux de phosphate ammoniaco-magnésien. Mais leur insolubilité dans l'eau qui dissout le chlorure de sodium, et dans l'acide acétique qui fait disparaître le phosphate ammoniaco-magnésien, qui d'ailleurs donne des cristaux bien plus grands, les fera toujours reconnaître sous le microscope. Il sera bon aussi de s'assurer que ces sédiments dégagent de l'oxyde de carbone quand on les calcine à sec dans un tube et qu'ils ne font effervescence avec les acides affaiblis qu'après avoir été fortement chauffés.

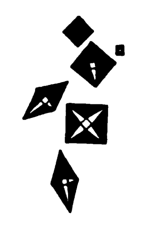


Fig. 50. — Cristaux d'oxalate de chaux déposés dans l'urine.

Calculs d'oxalate de chaux. — Les calculs d'oxalate de chaux entièrement pur se rencontrent quelquefois, mais le plus souvent ce sel est accompageé de phosphate de chaux, d'acide urique et d'urates, de phosphate ammoniaco-magnésien en couches alternantes ou mêlées. Ces concrétions (*fig.* 51) sont en général grises ou noires, tuberculeuses à leur surface, mais non couvertes d'aspérités aiguës. La petite quantité de matière organique qui les accompagne fait que, par l'action de la chaleur, leur poudre prend toujours une teinte graphitoïde. Après calcination, elle fait effervescence avec les acides. Les calculs d'oxalate de chaux pur sont les plus durs à la scie.



Fig. 51. — Calcul d'oxalate de chaux avec couches pigmentées.

Phosphates terreux et phosphate ammoniaco-magnésien. — Les sédiments et les calculs de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien sont le plus souvent formés à la fois de ces deux substances qui se précipitent dès que l'urine devient neutre ou alcaline. Ils peuvent être accompagnés par une petite quantité de carbonate et d'oxalate de chaux. On peut toutefois, mais très-rarement, trouver des sédiments de phosphate de chaux exempts de phosphate ammoniaco-magnésien. Si l'urine est alcaline elle pourra être rendue trouble au moment de la miction par le mélange de ces deux sels; le malade est exposé à la produc-

tion d'un calcul phosphatique si cet état se prolonge. Dans ces sédiments ou ces calculs, l'oxalate de chaux peut quelquefois être mélangé aux phosphates précédents.

Les sédiments de phosphates sont insolubles dans l'eau et dans les alcalis, mais aisément solubles dans les acides, même dans l'acide acétique qui permettra de les séparer de l'oxalate de chaux qu'ils peuvent contenir. Ils sont toujours blancs à moins qu'ils ne soient colorés par du sang.

Pour s'assurer sous le microscope qu'un sédiment ou un calcul contient du phosphate de chaux mélangé à du phosphate ammoniaco-magnésien, on se basera sur la forme cristalline de ces sels (voir plus bas), et on les soumettra : 1° à l'action de l'acide acétique qui dissout rapidement les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, plus lentement ceux de phosphates de chaux, et avec effervescence le carbonate de chaux, s'il y en existe ; 2° à l'action d'une goutte d'oxalate d'ammoniaque qui laissera intact le phosphate ammoniaco-magnésien et transformera en oxalate le phosphate de chaux dissous; 3° à l'action d'une goutte d'un mélange de sulfate de magnésie, de sel ammoniac et d'ammoniaque qui donnera avec le phosphate d'ammoniaque que l'oxalate d'ammoniaque n'avait point attaqué, de nouveaux cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

Sédiments de phosphate de chaux. — On a dit tout à l'heure qu'ils se formaient toujours dans les urines alcalines ou neutres. Ils peuvent donc se produire passagèrement sous l'influence d'une alimentation très-végétale, par l'usage des eaux alcalines, à la suite d'un catarrhe vésical, après le cathétérisme au moyen de sondes malpropres, dans la maladie de Bright, etc. Ces calculs sont assez fréquents chez les phthisiques, les rachitiques, les ostéomalaciques.

Le phosphate de chaux observé au microscope se présente sous forme amorphe, en plaques arrondies transparentes, en granulations, en chapelets. C'est là son état le plus habituel. Mais on peut le trouver cristallisé en sabliers, en rosaces, en aiguilles souvent croisées à angle droit. Quand ces cristaux sont complets, ils offrent six pans. La forme amorphe correspondrait, suivant Bence Jones, au phosphate tribasique de chaux ; la forme cristallisée, au phosphate bibasique. Dissous dans l'acide acétique, le phosphate de chaux donne une solution qui, saturée par la soude, précipite de

l'oxalate de chaux quand on ajoute de l'oxalate d'ammoniaque.

Calculs de phosphate de chaux (*fig.* 52). — Ces calculs sont blancs ou grisâtres, infusibles par l'action de la chaleur qui n'en dégage pas d'ammoniaque. Ils sont solubles dans les acides, insolubles dans les bases.



Fig. 52. — Calcul de phosphate de chaux déposé autour d'un noyau, précédemment brisé, d'acide urique.

La poudre de ces calculs est amorphe et de couleur jaunâtre.

Sédiments de phosphate ammoniaco-magnésien. — Ces sédiments, qui accompagnent presque toujours les précédents et se produisent dans les mêmes conditions qu'eux, peuvent se former aussi dans les urines neutres ou à peine acides. Ils sont fort souvent mêlés non-seulement de phosphate calcaire, mais aussi d'oxalate de chaux, d'urates alcalins, de traces de carbonate de chaux, de mucus. On les trouve surtout chez les malades atteints d'affections chroniques de la vessie, chez ceux qui sont affectés de calculs rénaux, chez les paraplégiques. Au fond des vases, on pourrait confondre le dépôt de ce sel avec une couche de pus.

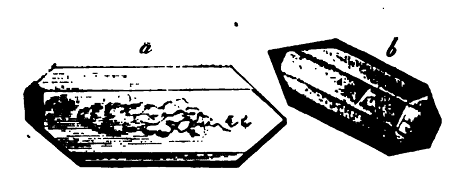


Fig. 53. — Cristaux isolés de phosphate ammoniaco-magnésien déposés dans l'urine humaine, d'après Robin et Verdeil.

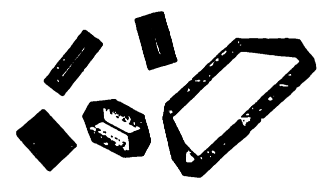


Fig. 54. — Autres cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

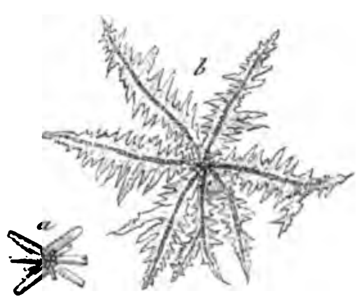


Fig. 55 — Groupe de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien obtenus par l'évaporation rapide de l'urine.

On a dit plus haut comment on peut chimiquement distinguer le phosphate ammoniaco-magnésien des corps auxquels il est habituellement mélangé.

Les cristaux de ce sel (voy. *fig.* 53 et 54) dérivent du prisme

droit à base rectangle[1]. Le plus souvent ils ont les formes, *fig.* 53 et 54, lorsqu'ils se sont produits spontanément dans l'urine humaine.

Quand le dépôt de phosphate ammoniaco-magnésien se forme brusquement par l'addition des bases dans l'urine, ou des réactifs employés sous le microscope, ou mieux par l'évaporation rapide du liquide, il prend la forme d'arborisations, dont la *fig.* 55 donne une idée.

Calculs de phosphate ammoniaco-magnésien. — Ces calculs sont blancs, cristallins, translucides, fusibles par la chaleur qui de même que les alcalis, en dégage de l'ammoniaque; leur poudre est aisément soluble dans l'acide acétique.

Carbonate de chaux; carbonate de magnésie. — Ces substances sont rares. Le carbonate de chaux accompagne souvent les phosphates dans les sédiments, surtout dans le catarrhe vésical chronique, mais il en forme dans un très-minime nombre de cas la partie principale. Ceci est encore plus vrai du carbonate de magnésie, quoiqu'il ait été trouvé une fois presque pur dans un gros calcul.

Le *carbonate de chaux* se dépose en grains microscopiques, ou bien en plaques allongées biconcaves, noires ou jaunâtres, à stries concentriques et rayonnantes à la fois. Les acides le dissolvent avec dégagement de gaz, et sans produire à sa place les cristaux caractéristiques d'acide urique. Les *calculs* de carbonate de chaux ne sont pas rares chez les herbivores.

Silice. — Nous n'en parlons ici que pour mémoire. Cette substance est on ne peut plus rare, même en très-faible proportion, dans les calculs de l'homme. On a dit qu'elle pouvait quelquefois former des concrétions dans les urines de ceux qui font usage d'eaux très-siliceuses.

§ 3. — SÉDIMENTS ET CALCULS FORMÉS DE MATIÈRES ORGANIQUES MAIS NON ORGANISÉES.

Les sédiments contenant des matières organiques sont presque toujours composés d'urates acides de potassium, de sodium, d'ammonium, de chaux et de magnésie. Les plus communs des calculs

[1] Ce sont ordinairement des prismes à 3 pans dont les deux extrémités sont taillées obliquement de façon à donner à l'ensemble la forme de couvercle de cercueil.

de cette espèce sont formés, 25 fois sur 100, d'acide urique pur. Il est mélangé d'urates dans la moitié des cas; de phosphate de chaux, 13 fois sur 100; de phosphate ammoniaco-magnésien, 6 fois sur 100; d'oxalate de chaux, de carbonate de chaux, d'oxyde de fer, très-rarement[1]. On peut aussi trouver quelquefois de l'acide hippurique dans les sédiments. Enfin, dans un très-petit nombre de cas, les calculs et les sédiments organiques pourront être formés par de la cystine, de la xanthine, de l'urostéalithe, etc.

Acide urique. — En parlant des variations de l'acide urique, on a dit que ce corps, à l'état libre ou combiné, augmente dans les urines dès qu'il se déclare un état fébrile, un trouble de la digestion ou des fonctions respiratoires, dès que l'activité cérébrale et musculaire diminuent, lorsque l'alimentation devient trop riche en matières azotées. Cette augmentation a lieu surtout un peu après le repas, mais c'est principalement après la fièvre, même la plus légère, dans certaines maladies du foie, chez les goutteux, les rhumatisants, chez quelques choréiques, qu'il apparaît dans les urines sous forme de dépôts ou de graviers rouge-brique. Il est presque toujours mélangé d'urates.

L'acide urique se reconnaît à sa facile solubilité dans les alcalis en léger excès, ainsi qu'à son insolubilité dans les acides étendus. Quelques parcelles traitées dans une petite capsule de porcelaine par de l'acide azotique concentré se dissolvent et donnent par évaporation ménagée une teinte rouge, qui prend sous l'influence des vapeurs d'ammoniaque une magnifique couleur pourpre.

Si, après avoir dissous l'acide urique dans le carbonate de soude, on imprègne de cette solution un papier qu'on touche ensuite avec du nitrate d'argent, il se produira une tache foncée d'argent métallique. Cette réaction est très-sensible (*Schiff*). On distinguera l'acide urique de l'urate d'ammoniaque, en ce qu'il est moins soluble dans l'eau que ce dernier sel, et ne donne pas d'ammoniaque gazeuse par les alcalis; on ne saurait le confondre avec les urates à bases alcalines et terreuses qui, lorsqu'on les calcine, laissent un notable résidu.

Sédiments d'acide urique. — Ils se forment surtout dans les urines à réaction franchement acide, souvent foncées en couleur, riches en urée, et de densité supérieure à 1,020. Ces sédiments

[1] Lée Bigelow. Thèse de Paris, 1852, p. 18 et suiv. cité par Ch. Robin, *Traité des humeurs* [1], p. 748.

se déposent d'ordinaire contre les parois du vase. Ils peuvent être mêlés d'urates, et spécialement d'urate d'ammoniaque, qu'une chaleur modérée redissout dans l'urine même.

Examinés au microscope, les *sédiments* d'acide urique offrent quelques-unes des formes des figures 56, 57 et 59. Ce sont, en général, des prismes rhomboïdaux de couleur jaune ou gomme laque (*fig.* 56), dont les angles obtus sont souvent arrondis.

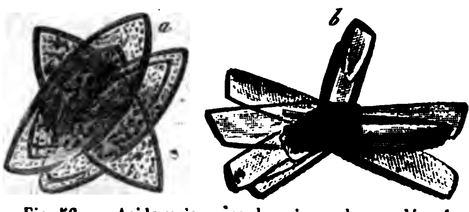
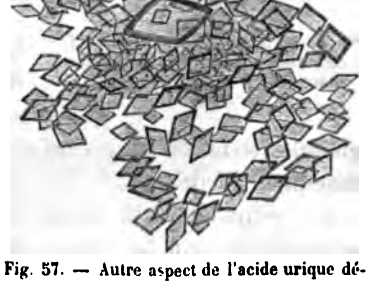
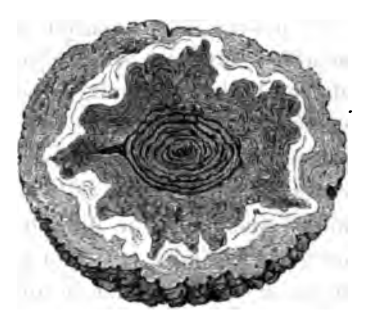


Fig. 56. — Acide urique, couleur jaune laque, déposé dans l'urine.

Calculs d'acide urique (fig. 58). — Sur 100 pierres vésicales, 25 sont formées d'acide urique presque pur. Ce sont des calculs mamelonnés, rougeâtres ou jaunâtres. Ils peuvent aussi être gris, blancs, rouge brique, en couches de couleurs alternantes, sans que leur composition change notablement. Leur texture est cristalline. Leur poudre a les caractères chimiques décrits plus haut. Elle se dissout dans une assez grande quantité d'eau, et se dépose par le refroidissement en petites paillettes blanches, cristallines, d'acide urique hydraté, ayant la forme de prismes ou de tablettes d'apparence rectangulaire. Dans les calculs mêmes, les cristaux ont les formes que reproduisent les figures 57 et 59.


Fig. 57. — Autre aspect de l'acide urique déposé spontanément dans l'urine humaine.


Fig. 58. — Calcul d'acide urique.

Urates. — L'apparition d'un dépôt d'urates dans l'urine est extrêmement commune. Elle a lieu dans les conditions de nutrition anormale et de maladie qui don-

nent naissance aux sédiments d'acide urique. Les dépôts rouge brique, plus ou moins adhérents aux vases, qui se forment si souvent dans l'urine, sont surtout constitués par des urates. En général, ces sédiments n'indiquent pas qu'il se fait dans l'économie une production d'urates exagérée ; ils se précipitent simplement faute de dissolvant dans les urines de concentration anormale. Cependant, chaque fois qu'il y a mouvement fébrile, dyspepsie, ou alimentation trop azotée, on peut dire que les urates sont excrétés en quantité très-notable. Ces sels peuvent être mélangés entre eux, et mêlés aussi d'acide urique, de phosphate et d'oxalate de chaux (*fig.* 59).



Fig. 59. — *a*. Groupes de cristaux d'acide urique en aiguille. *b*. Oxalate de chaux.

Ils se présentent d'ordinaire dans les *sédiments urinaires* sous forme de granulations amorphes ; dans les sédiments anciens et les calculs, en globules striés ou en petites étoiles. Nous les décrirons plus loin chacun en particulier.

Les sédiments et la poudre des calculs formés d'urate sont solubles dans l'eau bouillante et dans l'eau froide alcalinisée. Ils donnent les réactions de l'acide urique. La portion qui résiste à l'action de l'eau peut contenir de l'oxalate, du phosphate et du carbonate de chaux, du pus, de l'albumine, etc. Ce résidu devra être examiné à part.

On pourra faire l'analyse des mélanges d'urates de la façon suivante : après les avoir séparés par l'eau bouillante des autres sels insolubles auxquels ils pourraient être mêlés, on évaporera leur solution aqueuse, et sur une petite quantité de résidu, on déterminera l'absence ou la présence de l'ammoniaque que l'on dosera s'il le faut. Mais cette base pouvant provenir soit de l'urate ammonique, soit du phosphate ammoniaco-magnésien, il sera bon de redissoudre le résidu principalement formé d'urates dans un peu d'eau ammoniacale qui laissera à l'état insoluble le phosphate double de magnésie et d'ammoniaque, s'il y en existe, et dissoudra les urates. Cette solution sera de nouveau desséchée et calcinée à l'air au rouge sombre. On obtiendra ainsi un mélange de carbonates alcalins et terreux que l'on séparera et dosera par les

procédés ordinaires. Sous le microscope, une goutte d'acide chlorhydrique fera apparaître, après évaporation, des cristaux de sel marin ou de chlorure de potassium, s'il y a de la soude ou de la potasse, des arborescences de sel ammoniac, s'il y a de l'ammoniaque ; un peu d'acide sulfurique étendu donnera des cristaux de sulfate de potasse de soude ou même de sulfate de chaux si le calcul contenait des urates calcaires.

Sédiments riches en urate d'ammoniaque. — L'urate acide d'ammoniaque peut se rencontrer dans les urines acides et alcalines, souvent mêlé, dans ce dernier cas, au phosphate ammoniaco-magnésien, figure 60. Il est en petits amas arrondis, hérissés de pointes, et quelquefois, d'après Ch. Robin, quand il a cristallisé de l'eau bouillante en aiguilles groupées en faisceaux comme l'indique la figure 61.



Fig. 60. — Urate d'acide ammoniaque.

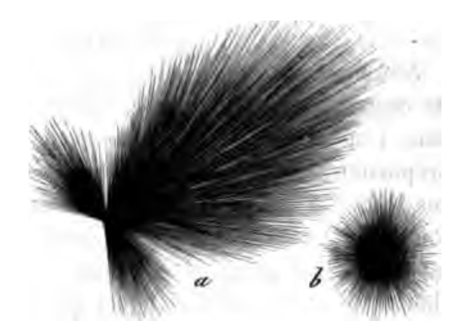


Fig. 61. — Groupes de cristaux d'urate d'ammoniaque cristallisé de l'eau bouillante.

Calculs d'urate ammonique. — L'urate acide d'ammoniaque a été trouvé dans des calculs contenant de l'acide urique. Il formait tantôt une proportion insignifiante, tantôt de 20 à 75 pour 100 de leur poids. Pour les caractères chimiques de ce sel, voyez ci-dessus ce qui a été dit à propos des *urates*. C'est le plus commun des urates contenus dans les calculs et dans les sédiments.

Sédiments contenant de l'urate acide de soude. — Dans les sédiments ce sel forme des grains amorphes très-petits. Si on les dissout dans l'eau bouillante ils peuvent donner, par refroidissement, un précipité cristallin présentant les apparences indiquées dans la fig. 62. On peut les rencontrer dans les urines acides ou

alcalines; dans ce dernier cas, ils peuvent être accompagnés par des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

L'urate acide de soude se dissout dans 124 parties d'eau bouillante. Pour ses autres caractères chimiques, voyez ce qui a été dit des *urates en général*.

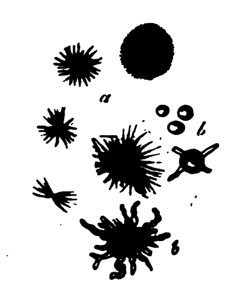


Fig. 62. — Urate acide de soude.
a. aiguilles généralement groupées; b. masses sphériques.

Calculs contenant de l'urate de soude. — On a trouvé dans quelques calculs depuis des traces, jusqu'à 6 p. 100 d'urate acide de soude.

Sédiments et calculs contenant de l'urate acide de potasse. — Ils se produisent dans les mêmes conditions que les précédents et leur sont très-analogues de formes et de propriétés.

Sédiments et calculs d'urate acide de chaux. — L'urate acide de chaux forme une poudre blanche, très-difficilement soluble dans l'eau. Ce sel est très-rare et ne se rencontre qu'en minime proportion, surtout dans les calculs riches en acide urique (13 fois sur 100). On le trouve cependant assez souvent chez les calculeux soumis au traitement alcalin (*Leroy d'Étiolles*). L'urate de chaux est très-difficilement soluble dans l'eau. Il laisse du carbonate de chaux par sa calcination. Voyez plus haut pour ses propriétés ce qui est dit des *urates en général*.

Urate de magnésie. — Ce sel n'a pas été rencontré jusqu'ici dans les sédiments, mais il n'est pas rare dans les calculs (15 fois sur 100). On le trouve mêlé, ou formant des couches distinctes, avec le phosphate ammoniaco-magnésien, le phosphate de chaux, l'urate d'ammoniaque. Le musée Dupuytren possède un calcul presque entièrement formé d'urate magnésien. Ce sel est très-difficilement soluble dans l'eau.

Les sédiments et les calculs formés des matières suivantes sont rares ou très-rares.

Acide hippurique. — D'après Lehmann, l'acide hippurique serait la cause de l'exagération de l'acidité des urines chez les malades atteints de fièvre. Bouchardat l'a signalé dans un cas de maladie aiguë du foie; il a pu retirer jusqu'à $2^{gr},25$ de cet acide de 1000 cent. cubes d'urines[1]. Cet auteur a décrit sous le nom

[1] *Annuaire de thérapeutique.* Paris, 1842, p. 290.

d'*hippurie*, un état de l'organisme caractérisé par l'abondante sécrétion urinaire d'acide hippurique. On l'observe dans quelques états névropathiques et chez les individus soumis au régime lacté. L'urée, les urates, les chlorures et les phosphates de ces urines diminuent notablement. Bird l'a rencontré à l'état de sédiments dans l'urine d'un ivrogne[1]; Robin et Verdeil chez un homme qui se nourrissait beaucoup et faisait peu d'exercice. L'acide hippurique apparaît à l'état de sédiments accompagné d'oxalate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien, chez ceux qui font un usage exagéré du vin, du café, des liqueurs. Ces cas sont rares. Mais on pourra trouver quelquefois cet acide, mêlé aux cristaux d'acide urique et comme piqués sur eux, dans les urines très-acides et surtout dans celles que l'on aura légèrement acidifiées pour la recherche ou le dosage de l'acide urique. L'acide hippurique se précipite alors sous forme de longs prismes rhomboïdaux à quatre faces (*fig.* 63). Il pourrait être confondu avec le phosphate ammoniaco-magnésien; mais il s'en distingue en ce qu'il n'est pas soluble dans les acides, et qu'il se dissout au contraire dans l'alcool chaud. L'acide hippurique soumis à l'action de la chaleur dégage l'odeur d'amande amère.

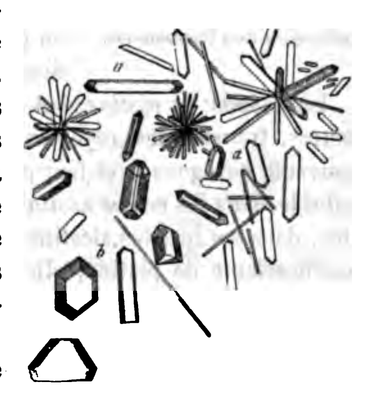


Fig. 63. — Acide hippurique. Les cristaux *b* sont obtenus par l'évaporation lente et rappellent assez ceux de phosphate ammoniaco-magnésien.

Cystine. — Cette substance décrite à propos des *reins* (Voir t. II, p. 6), ne se rencontre pas aussi rarement qu'on l'avait cru sous forme de sédiments urinaires. Elle est le plus souvent accompagnée d'acide urique et d'urates alcalins. Sa présence dans l'urine peut d'ailleurs coïncider très-longtemps avec l'état de santé. Elle n'a été rencontrée que chez l'adulte et surtout chez l'enfant. Dans un cas, observé par Bartel, la quantité de cystine semblait augmenter à la suite de fatigues musculaires, de veilles, d'émotions

[1] Toutes ces observations sont citées par Robin et Verdeil. *Chim. anal.*, t. II, p. 440.

morales, mais ne paraissait nullement influencée par le mode d'alimentation.

Les *sédiments de cystine* sont blanchâtres. Au microscope, cette substance se reconnaît à ce qu'elle est formée de cristaux incolores, en général hexagonaux (Voir *fig.* 64), très-réfringents, ou de prismes hexagonaux réunis et divergents d'un même point. Ces cristaux se dissolvent rapidement dans l'ammoniaque, et se déposent de nouveau, avec les mêmes formes, par l'évaporation du dissolvant ou par l'addition d'acide acétique; ils se dissolvent aussi dans les acides minéraux.

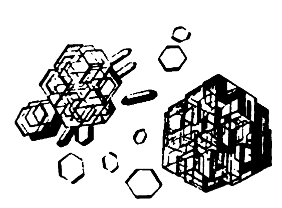


Fig. 64. — Sédiments de cystine cristallisée dans l'ammoniaque.

Les *calculs de cystine* sont d'une rareté excessive. Ils sont jaunâtres, translucides, rayables avec l'ongle; leurs fragments sont souvents hexagonaux et leur poudre cristalline. Cette dernière est soluble dans les acides azotique, chlorhydrique et oxalique étendus, dans les lessives alcalines et dans leurs carbonates. Chauffée sur une lame de platine, elle dégage une odeur alliacée qui fait aussitôt reconnaître la cystine.

Xanthine. — Hypoxanthine ou sarcine. — La xanthine découverte par W. Marcet[1] dans un calcul vésical dur, lamelleux, couleur cannelle, forme rarement des sédiments ou des calculs. Les *sédiments* de xanthine ont été observés par Bence Jones chez un sujet atteint de coliques néphrétiques. On les a signalés, mais d'une façon douteuse, dans les urines du diabète. Outre le calcul de xanthine décrit par Marcet, on a eu l'occasion d'en recueillir encore un chez un jeune garçon (*Stromeyer*). La xanthine a été aussi rencontrée sous forme de gravelle (*Laugier*). Elle existerait, d'après Gœbel, dans beaucoup de *bezoards orientaux*. On trouve quelquefois cette substance en petite proportion dans des calculs composés, associée aux phosphates terreux et ammoniaco-magnésien, à l'oxalate de chaux. Elle peut former une ou plusieurs couches amorphes, couleur brun cannelle, qui acquièrent l'éclat de la cire quand on les frotte avec un corps dur.

Pour séparer la xanthine, on peut faire bouillir la poudre du calcul avec de l'acide chlorhydrique; la partie insoluble se com-

[1] *Ann. ch. phys.*, t. XIII, p. 14, (1820).

pose surtout d'acide urique; la partie soluble contient les phosphates, les oxalates et la xanthine. Il suffit alors d'alcaliniser par de l'ammoniaque pour précipiter les sels minéraux et obtenir une solution de xanthine. Si l'on ajoute de l'azotate d'argent à cette liqueur, on obtiendra un précipité qui renferme toute la xanthine que l'on isolera en dissolvant son composé argentique dans aussi peu d'acide nitrique que possible, chauffant jusqu'à coloration jaune, filtrant, laissant cristalliser l'azotate xanth-argentique. Ce dépôt sera lavé alors avec une solution ammoniacale d'azotate d'argent pour enlever l'acide azotique, mis en suspension dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, et décomposé par l'hydrogène sulfuré. Le chlorhydrate de xanthine cristallisera, après filtration, par l'évaporation de la liqueur.

Les cristaux de xanthine observés par Bence Jones ont, sous le microscope, l'apparence de pierres à aiguiser. Il sont solubles dans l'eau, les acides et les alcalis, insolubles dans l'alcool. Schérer pense toutefois que les cristaux décrits par Bence Jones n'étaient que de l'*hypoxanthine*.



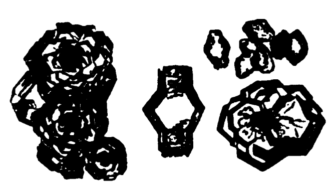


Fig. 65. — Cristaux d'azotate de xanthine (moitié supérieure de la figure) et de chlorhydrate de xanthine (moitié inférieure.)

La xanthine s'unit aux acides forts; on connaît l'azotate de xanthine cristallisé en lames ou prismes rhomboïdaux, (fig. 65, *moitié supérieure*) et le chlorhydrate de xanthine qui forme des lames hexagonales brillantes, (figure 65, *moitié inférieure*).

La *sarcine*, isomère ou identique avec l'hypoxanthine, a été trouvée dans les sédiments urinaires sous forme de cubes à angles un peu arrondis et souvent groupés ensemble (*Munk*).

Guanine. — Guanoxanthine. — La présence de ces substances n'a pas encore été bien démontrée dans l'urine et ses sédiments; mais probablement elles accompagnent souvent les précédentes.

Tyrosine. — Les *sédiments* de tyrosine ont été observés une fois dans l'urine d'une femme atteinte d'atrophie aiguë du foie (*Stædeler* et *Frerichs*). C'était un dépôt formé de globules cristal-

lins jaune verdâtre. Cette substance était soluble dans l'eau ammoniacale, et la dissolution laissait précipiter de la tyrosine par son refroidissement. La tyrosine cristallise de ses solutions en aiguilles brillantes, incolores, souvent groupées en étoiles radiées comme l'indique la figure 66.



Fig. 66. — Tyrosine cristallisée en aiguilles. *a*, aiguilles séparées, *b*, aiguilles groupées ensemble.

Piria a indiqué le procédé suivant pour reconnaître la *tyrosine*. Le sédiment à examiner est placé dans un verre de montre et humecté de quelques gouttes d'acide sulfurique. On chauffe un peu, on couvre le tout, au bout d'une demi-heure on ajoute de l'eau, et l'on sature l'acide avec du carbonate de chaux; on filtre, et si le sédiment primitif contenait de la tyrosine, on obtiendra une belle coloration violet foncé, en ajoutant à la liqueur une goutte d'une solution *neutre* de perchlorure de fer.

Urostéalithe. — C'est une substance d'aspect gras qui a été rencoutrée dans quelques rares calculs urinaires[1]. Pour l'obtenir, on chauffe quelque temps la poudre du calcul avec une solution de carbonate de soude, on concentre, on sature par un peu d'acide sulfurique étendu, et l'on évapore. Le résidu est repris par l'éther; celui-ci étant chassé par une douce chaleur laisse l'urostéalithe sous forme d'un résidu violet, insoluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool, facilement soluble dans l'éther. La potasse caustique dissout aisément cette substance[2], l'ammoniaque et les carbonates alcalins plus difficilement. Molle à l'état frais, l'urostéalithe durcit avec le temps. Elle se ramollit si on la chauffe.

[1] Heller. *Arch. f. phys. und path. Chem.*, 1845, p. 1.
[2] Le résidu insoluble de ces calculs devient jaune foncé.

se boursoufle, puis donne d'épaisses fumées et dégage alors une odeur aromatique de cire à cacheter.

Cyanourine ; Uroglaucine[1]. — Sédiments bleu noirâtre qui se déposent dans certaines urines quand on les laisse quelque temps à l'air. Nous pensons que la *cyanourine* de Braconot est identique à l'*uroglaucine* décrite dans ce volume, page 30. Braconot a observé que les urines qui donnent des sédiments bleus ne contiennent pas d'acide urique.

§ 4. — SÉDIMENTS FORMÉS DE SUBSTANCES ORGANISÉES.

Les sédiments de nature organisée ne se rencontrent pas très-rarement dans les urines. Ils sont le plus souvent formés par du mucus, des épithéliums du rein, de la vessie ou de l'urèthre, du pus, des hématies, des spermatozoïdes. On y trouve quelquefois des microphytes ou des vibrions qui paraissent être venus du dehors.

L'observation microscopique de ces divers sédiments les fera reconnaître aussitôt.

On peut le plus souvent aussi se servir avec avantage de quelques réactifs colorants. La solution de carmin dans l'ammoniaque que l'on neutralise ensuite, teinte en rose les épithéliums et les leucocytes non granuleux. Elle ne colore pas les corps inorganisés, les spores, les bactéries. Lorsque sur les éléments soumis à l'action du carmin on fait agir une trace d'acide nitrique au 10e, les noyaux seuls restent nettement colorés.

La teinture précédente étant mélangée avec une solution concentrée d'acide picrique donne un réactif, le *picro-carminate d'ammoniaque*, qui à la longue fait apparaître les noyaux cellulaires en rose et le reste de la cellule, le mucus, la fibrine, en jaune.

L'eau iodée colore les éléments végétaux en jaune brunâtre, les grains d'amidon (si fréquents dans l'urine des hôpitaux) en bleu, les autres éléments en jaune verdâtre. Elle enlève aux infusoires tout mouvement et colore leurs cils.

Nous allons maintenant donner quelques détails particuliers sur les principaux sédiments de nature organisée.

[1] Voir *Ann. ch. phys.* [2], t. XXIX, p. 253.

Mucus. — Le mucus se dépose souvent à l'état de *sédiments* urinaires quand les reins, l'uretère, la vessie sont enflammés. Il apparaît aussi dans les divers états fébriles; et particulièrement dans les fièvres continues, et la pneumonie.

Le mucus peut se montrer soit à l'état de nuages blanchâtres qui se déposent lentement (*énéorémes*) et deviennent plus apparents, surtout au bout de quelques heures, par l'addition d'acide acétique qui les contracte. Ils se dissolvent au contraire dans les acides minéraux. On peut aussi rencontrer le mucus, soit à l'état de corpuscules analogues aux globules blancs, soit à l'état de glaires qui tombent au fond du vase. Ce dernier cas se présente principalement dans le catarrhe vésical. Cet état visqueux a surtout pour cause l'action qu'exerce sur les globules de pus qui accompagnent le mucus, le carbonate d'ammoniaque qui se forme si aisément dans les urines du catarrhe vésical.

On peut aussi rencontrer dans l'urine des cylindres qui paraissent dus à l'agrégation de corpuscules muqueux ou de filaments blanchâtres de 1 à 3 dixièmes de millimètre d'épaisseur formés par du mucus assez ferme, à stries longitudinales légères, englobant quelquefois des granulations, des leucocytes en partie altérés ou des cellules d'épithéliums. Ces cylindres sont expulsés surtout avec le premier jet d'urine. Ils sont formés de mucus uréthral accumulé entre les plis de la muqueuse de l'urèthre avant la sortie du liquide de la vessie.

Ces filaments ont pu être confondus avec des *tubes* et *cylindres urinifères* constitués par la couche épithéliale des tubes de Bellini, ou par des cylindres creux ou aplatis de mucus ayant conservé la forme de ces tubes rénaux et que l'on rencontre surtout dans les inflammations chroniques des reins. Nous y reviendrons plus loin à propos des épithéliums [1].

Les caractères de la *mucine* servent à reconnaître les filaments, les glaires, les nuages, dont nous parlons. Leur matière ne se coagule pas par la chaleur; elle se contracte et se précipite par l'acide acétique et l'alcool; elle se précipite, puis se redissout, par les acides minéraux; elle disparaît dans la potasse. L'acétate neutre de plomb ne précipite pas la mucine et précipite au contraire la *pyine* avec

[1] Robin. *Traité du microscope*, 1871, p. 587.

laquelle on pourrait la confondre et qui lui est quelquefois mélangée.

Le mucus est le plus souvent mêlé d'épithéliums divers et quelquefois de fibrine (voir plus loin). Il entraîne encore avec lui des urates, et si l'urine est alcaline, de l'oxalate de chaux et du phosphate ammoniaco-magnésien.

Fibrine. — Elle peut apparaître sous forme de flocons de fibrilles ou de cylindres, surtout dans les inflammations du rein, ou bien dans les cystites développées à la suite de l'application de larges vésicatoires. Elle est le plus souvent englobée dans du mucus; mais en traitant le sédiment par de l'acide acétique étendu, celui-ci rend les flocons de mucine plus visibles et pâlit ou fait disparaître ceux de fibrine.

Épithéliums et tubes urinifères. — Dans les maladies de la vessie on trouve quelquefois, dans les dépôts urinaires, les épithéliums de la muqueuse vésicale mêlés de sang et de pus. Dans les végétations fongueuses du col vésical, l'urine laisse déposer des cellules isolées ou réunies en papilles. Dans la maladie de Bright, et souvent aussi dans la fièvre typhoïde et dans la scarlatine, on trouve, dans la vessie et dans l'urine, les gaînes épithéliales des tubes de Bellini en partie altérés, et des éléments hyalins amorphes, granuleux, droits ou contournés qui semblent s'être moulés sur ces conduits (*fig.* 67, *a*, *b*). Ils portent souvent à leur surface des cellules épithéliales provenant des tubes urinipares. On pense que ces cylindres sont formés de fibrine et d'albumine.

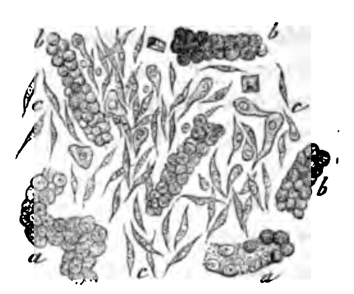


Fig. 67. — Sédiment urinaire contenant : *a*, *b* des cylindres urinifères; *c* des cellules épithéliales et fibres provenant des bassinets ou des uretères.

A côté de ces cylindres, on peut retrouver les cellules épithéliales libres, en massue ou en fuseau, provenant des uréthères ou des callices du rein. (*Fig.* 67, *c*.)

La forme des cellules épithéliales les plus nombreuses permettra de reconnaître en général le point de l'appareil urinaire qui est le siége de l'affection.

Détermination des divers cylindres urinaires[1]. — Cornil admet

[1] Voir Cornil. *Thèse d'agrégation*, 1869.

quatre variétés de cylindres urinaires : des *cylindres muqueux*, des *cylindres albumineux ou hyalins*, des *cylindres épithéliaux* et des *cylindres fibrineux*.

Les *cylindres muqueux* sont pâles, mal limités sur leurs bords. Ils sont formés d'une substance granuleuse, comme tordue, qui tient quelquefois en suspension des épithéliums. L'acide acétique donne à cette matière l'aspect fibrillaire et ponctué. Ces cylindres ne se colorent pas par le carmin. Funke pense qu'ils sont formés de mucine. On les trouve souvent dans le dépôt des urines albumineuses, mais on peut les rencontrer aussi dans les urines normales.

Les *cylindres albumineux ou hyalins* ont des bords *bien limités*, parallèles ou contournés en spirales; ils sont souvent très-longs. Leur surface peut présenter comme des fêlures et être parsemée, quelquefois même recouverte, de cellules épithéliales provenant des *tubuli* rénaux. Leurs extrémités sont comme cassées. Ils sont formés d'une matière transparente de nature albumineuse, soluble dans la potasse, inattaquable par l'acide acétique. Ils se colorent par l'eau iodée et le carmin. Ces cylindres sont très-rares dans les urines normales. S'ils existent en grande quantité dans l'urine on peut diagnostiquer sûrement la néphrite albumineuse.

Les *cylindres épithéliaux* sont des moules d'épithéliums détachés des tubes urinifères. Leurs cellules épithéliales sont gonflées, infiltrées de graisses et de granulations protéiques.

Les *cylindres fibrineux* sont formés de fibrine finement striée ou granuleuse. Ils contiennent souvent des globules sanguins en partie décolorées. Ils se gonflent et deviennent plus hyalins par l'acide acétique. Les cylindres fibrineux coïncident en général, avec une hémorrhagie rénale.

Pus. Produits divers de désorganisation. — La présence d'une très-petite quantité de pus, surtout dans le premier jet d'urine, indique une légère inflammation de la muqueuse uréthrale ou vaginale. En plus grande abondance, le pus est en général le signe d'un catarrhe vésical. S'il est accompagné d'une quantité considérable d'épithéliums et de cylindres du rein, il provient très-probablement de cet organe.

Le pus ne peut être caractérisé qu'au microscope par les globules qui lui sont propres. Nous en donnerons au Livre suivant les caractères physiques et chimiques.

Une urine qui contient du pus en notable quantité est toujours albumineuse.

On peut trouver dans les urines des malades atteints de dégénérescence tuberculeuse des reins ou de la vessie, des globules de pus, de mucus, ou de sang, et dans quelques cas, des masses blanchâtres, grumeleuses, qui, sous le microscope, paraissent amorphes ou composées de petits noyaux; elles ne se dissolvent pas dans les acides. On y trouve aussi de temps à autre des fibres de tissu connectif, surtout des fibres élastiques, et de véritables lamelles de la muqueuse rénale infiltrées de matière tuberculeuse.

Sang. — Le sang peut, dans l'urine, former des *sédiments* ou bien être dissous.

Si l'urine est acide, les globules rouges s'y conservent assez longtemps; leur couleur est plus claire, et leurs amas sont désagrégés. On les reconnaît au microscope.

Si l'urine est alcaline, ou si elle est émise depuis longtemps, la matière colorante du globule est entrée en dissolution. On recherchera alors au spectroscope les raies d'absorption caractéristiques de l'hémoglobine. (Voy. t. I, p. 470.) En outre, l'urine filtrée et portée à l'ébullition, donnera un coagulum albumineux rougeâtre dont les cendres seront ferrugineuses.

Après les empoisonnements par le phosphore, par l'acide sulfurique, et après l'injection des acides biliaires dans les veines, les matières colorantes du sang, et leurs dérivés, passent abondamment dans les urines.

On peut rencontrer aussi du sang dans les urines des malades atteints d'une inflammation aiguë ou chronique des voies urinaires. L'hématurie, relativement rare dans nos pays, est assez fréquente dans les pays chauds; elle accompagne presque toujours la *chylurie* [1].

Dans l'hématurie rénale non compliquée de catarrhe de la vessie, l'urine est acide, sauf dans le cas où le sang, abondamment extravasé, en neutralise l'acidité. On y rencontre parfois de petits caillots qui ont été moulés sur les canalicules rénaux. Dans l'hé-

[1] On sait aujourd'hui que le sang des personnes qui ont vécu dans les pays tropicaux et qui présentent cet état des urines, est parfois envahi par des filaires microscopiques que Lœvis y a découverts, et qu'il a retrouvés dans les urines. Ch. Robin a confirmé cette observation. (Voir *Traité des humeurs* [2], p. 841.)

maturie vésicale, l'urine peut être alcaline et ne contient pas de cylindres fibrineux.

Spermatozoïdes. — Ils se trouvent dans les urines des malades atteints de pertes séminales ou sujets à des habitudes vicieuses ; dans quelques affections très-graves, telles que le typhus ; après le coït. On les reconnaît aisément sous le microscope. Ils sont tantôt adultes, tantôt encore enroulés et en paquets, quelquefois on ne trouve dans les urines que les cellules globuleuses ou *ovules spermatiques*. Le carmin et l'eau iodée, qui les colorent, rendent leur recherche plus facile au milieu des épithéliums et des autres éléments cellulaires.

On peut reconnaître les spermatozoïdes dans l'urine plusieurs mois après qu'ils ont été rejetés au dehors.

Ferments ; microzoaires ; microphytes. — Les ferments ne paraissent se rencontrer dans l'urine qu'après que cette liqueur a été quelque temps exposée à l'air. Pasteur, en la recevant directement dans des flacons vides et exempts de tout germe, a pu la conserver indéfiniment sans qu'il s'y développât aucun infusoire. Les ferments figurés (vibrions, microphytes, levûres, etc.) que l'on trouve quelquefois dans l'urine à sa sortie de la vessie, paraissent avoir été souvent introduits par les sondes dans cet organe.

Nous avons déjà donné quelques renseignements sur les *microphytes* auxquels sont dus la *fermentation acide* et la *fermentation alcaline* de l'urine après la miction (Voir t. II, p. 13).

On peut reconnaître dans l'urine les divers vibrions de la putréfaction (*spirillum*, *bactéries*, *etc.*), des *algues*, des *leptomitus*, des *sarcines ;* des *psorospermies ou des grégarines*, chez quelques albuminuriques; enfin les spores de divers champignons (*penicillium glaucum*, *aspergillus*, *etc.*). Le *penicillium glaucum* et le *mycoderme de la levûre de bière* sont des signes de glycosurie. On a dit plus haut que la pellicule qui se fait quelquefois à la surface de l'urine des femmes enceintes est formé de ces mycrophytes mélangées de sels calcaires et magnésiens[1]. La plupart des infusoires que l'on trouve dans les urines proviennent de l'air et se développent comme dans tout autre liquide putrescible.

Les infusoires et les vers intestinaux, à divers degrés de déve-

[1] La pellicule qui se forme non-seulement sur l'urine des femmes enceintes, mais souvent aussi sur celle de l'homme quand elle commence à devenir ammoniacale, paraît être due à un fin réseau de ces ferments qui précèdent et commencent la putréfaction.

loppement, que l'on peut rencontrer dans les urines, surtout quand elles deviennent alcalines, sont : des *monades punctiformes* souvent réunies entre elles, ou des *monades allongées* à un seul filament flagelliforme vascillant : il faudrait peut-être les ranger plutôt dans les microphytes ; les œufs du *tænia échinocoque* (*hydatides* de Laënnec) ; ce tænia habite le rein, et il est assez fréquent en Irlande ; dans certains cas, très-rares chez l'homme, le *strongle géant*, qui se rencontre surtout chez les animaux qui s'alimentent de poisson. ; le *péristomum denticulatum*, animalcule articulé muni d'une peau épaisse ; le *distomum hématobium*, trématoïde que Bilharz a signalé dans l'urine des hématuriques d'Égypte ; ils déposent leurs œufs dans la muqueuse des voies urinaires, s'y développent, tuméfient et enflamment les parties voisines et peuvent produire ainsi l'hématurie. Enfin, dans l'hématurie du Brésil, un nématoïde qui serait de la famille des stronglides, d'après Wuncherer, et les filaires microscopiques de Lewis signalés plus haut. On a signalé encore dans les urines le *Bodo urinarius* de Hassal de 1/60 à 1/100 de millimètre de diamètre, qui ressemble entièrement au *Bodo intestinalis* d'Ehremberg, et ne se rencontre que dans les liqueurs qui se sont altérées à l'air.

Les granulations moléculaires tantôt isolées et mobiles, tantôt en amas, que l'on trouve dans l'urine comme dans presque tous les fluides de l'économie (*microzymas* de Béchamp, *détritus organiques* de Hoffmann, *granulations protéiques animées de mouvements* browniens de plusieurs auteurs), paraissent être de nature très-variable. Ce sont de simples granulations inertes (carbonate de chaux, phosphates...) ou des monades punctiformes, ou des *zoogléa* que l'on rencontre dans des fermentations si variées, ou des corpuscules destinés à se transformer en vibrions et dont les zoogléa ne représentent eux-mêmes pour quelques micrographes qu'un état de développement initial. Très-rarement on a rencontré dans l'urine des *vers vésiculaires* : ils proviennent en général du tissu des reins.

CHAPITRE III

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DU FOIE ET DE LA BILE

ARTICLE PREMIER

ALTÉRATIONS DU FOIE

Pendant beaucoup de maladies, les principes qui s'éliminent normalement par la bile peuvent s'accumuler dans le foie, et d'autres substances qui n'y existent pas, ou seulement à l'état de traces, peuvent y apparaître en quantité surabondante. La graisse, la cholestérine, les matières colorantes biliaires sont dans le premier cas ; la cystine, la tyrosine, l'urée, principes dont l'existence dans le foie normal est douteuse, augmentent dans le foie dans le cours d'une foule d'états pathologiques, tels que les fièvres éruptives ou continues, les maladies du cœur, les paralysies de la moelle, la tuberculose, l'ictère, les pleurésies et pneumonies graves, les atrophies et la cirrhose du foie, etc.... Schérer a signalé aussi, dans ce dernier cas, la présence de la xanthine dans la glande hépatique.

Virchow a observé des cristaux de bilirubine dans le foie des carcinomateux ; Neukomm de l'urée dans celui d'une femme tuberculeuse, et de l'inosite pendant la maladie de Bright ; Bernard, Stokwis ont signalé l'augmentation souvent notable du glucose dans le foie des diabétiques, et Kühne a fait la remarque qu'en même temps le glycogène paraissait y faire défaut.

Les analyses de Frerichs démontrent que, dans la dégénérescence du foie qui constitue le *foie gras*, la graisse peut augmenter notablement, mais non dans tous les cas. Le tissu ainsi dégénéré ne contient pas de glycogène. (Voyez Livre VIe, DÉGÉNÉRESCENCES DES TISSUS, *Dégénérescence graisseuse*.)

Dans la cirrhose, la cholestérine paraît s'accumuler dans le sang faute d'être sécrétée par le foie. Becquerel et Rodier ont trouvé chez un cirrhotique, $1^{gr},85$ de cholestérine dans 1000 grammes de sang. Dans cette maladie, suivant Flint, la cholestérine n'étant

pas versée dans l'intestin, la stercorine disparaît ou diminue notablement dans les matières fécales.

Les substances anormales que l'on a trouvées dans le foie pendant les divers états morbides se rencontrent aussi dans la bile pathologique.

Voici quelques analyses du foie pendant les maladies[1] :

	Bibra				*Folwarczny*		*Frerichs*		*Oidtmann*	
	Foie gras de tuberculeux	Cirrhose; homme de 68 ans	Fièvre typhoïde; homme de 56 ans	Femme morte de pustule maligne	Diabète sucré	Embolie de l'artère hépatique	Foie gras	Cirrhose	Nouveau né syphilitique	Marasme sénile
Eau..	710.3	775.6	751.8	727.2	755.7	807.8	730.9	802.0	825.0	625.9
Matières albuminoïdes solubles..	13.8	9.6	26.3	26.7	66.9	21.4	36.7	35.0		
Matières collagènes. . .	44.2	46.2	40.5	58.2	11.2	11.6				
Substances extractives. .	26.5	76.7	45.7	50.2	22.4	36.6	19.8	115.0	165.9	363.4
Graisses..	174 2	77.1	33.7	25.3	18.9	24.4	172.6	22.0		
Tissus insolubles.. . . .	31.0	14.8	102.0	112.4	117.1	88.9	40.0	36.0		
Sels insolubles..	—	—			0.05	5.0	—	—		
Sels solubles.	—	—	—	—	9.8	4.2	—	—	9.1	10.7

ARTICLE II

DE LA BILE PATHOLOGIQUE

Les altérations que subit la bile dans les diverses maladies, portent le plus souvent à la fois sur la quantité relative de ses principes constituants habituels, sur l'absence de certains d'entre eux, et sur la présence de matières anormales.

On a observé que les matériaux fixes de la bile augmentent dans beaucoup de maladies, surtout dans les cas d'affections abdominales graves, dans les maladies du cœur où la circulation hépatique est embarrassée, dans le choléra, dans les cas de rétention biliaire, etc. Au contraire, la bile devient plus aqueuse dans les affections inflammatoires du poumon, spécialement dans la pneumonie. Il en est encore ainsi dans la tuberculose simple, sans dégénérescence du foie ou des reins, dans l'hydropisie et dans le diabète.

[1] Elles sont empruntées au traité de *Gorup-Besanez* [2], p. 656 et 661.

Dans la fièvre typhoïde, la bile est très-appauvrie en taurocholate de soude et matières colorantes; elle peut être presque entièment dépourvue d'acides biliaires. Elle se charge alors de globules gras, devient acide, et contient de la leucine et de la tyrosine.

Dans le diabète sucré, la bile contient une quantité quelquefois notable de glucose, et Claude Bernard a observé, du reste, qu'il suffit d'injecter du sucre dans les veines pour le voir bientôt apparaître dans la bile.

La bile des tuberculeux, des typhiques, de beaucoup de malades atteints de colliquation, est très-riche en graisses. On y découvre des cristaux microscopiques de palmitine (*Gorup-Bésanez.*)

Dans l'ictère, la bile est caractérisée par une notable augmentation des pigments biliaires. Voici, d'après Schérer, une analyse de la bile d'un homme mort de cette affection :

Eau.	859.6
Sels et acides biliaires.	78.9
Graisses.	8.8
Pigments biliaires.	44.3
Sels.	8.0

Bizio dans un cas d'ictère, et Lehmann dans un cas de cirrhose, ont retiré de la bile un pigment vert spécial, volatisable vers 40° sous formes de vapeurs rouges, insoluble dans l'eau et l'éther, soluble dans l'alcool et les acides concentrés.

Dans l'atrophie du foie, la néphrite chronique, l'hydrothorax, on observe souvent dans la bile de la cholestérine cristallisée qui augmente alors notablement.

On trouve de l'urée dans la bile des cholériques, et après de la néphrotomie.

Dans la dégénérescence graisseuse du foie, dans la maladie de Bright et après l'injection d'eau dans le sang, la bile contient de l'albumine (*Thénard*, *Lehmann*, *Cl. Bernard*). D'après Thénard, dans la première de ces affections la bile prend l'aspect d'un fluide albumineux, décoloré, filant, et les 5/6 de son résidu solide peuvent être constitués par de la graisse. La bile contient cependant dans ce cas ses acides spéciaux[1].

[1] Voir pour quelques analyses de bile incolore, RITTER. *Compt. rend. Acad. sc.*, t. LXXIV, p. 813, (1872).

Dans la maladie de Bright, dans le choléra et après l'ablation des reins, on a signalé la présence de l'urée dans la bile (*Picard*).

Dans quelques cas de rétentions de bile et de catarrhes chroniques des conduits et de la vésicule biliaires, on trouve dans la bile des cristaux d'hœmatoïdine.

L'iodure de potassium, le cyanure jaune, les sels de cuivre, d'arsenic, d'antimoine, passent rapidement dans la bile. Il n'en est pas de même des sels de mercure.

ARTICLE III

SÉDIMENTS ET CALCULS BILIAIRES

Des sédiments et calculs biliaires en général[1].— Lorsque la bile séjourne dans les voies biliaires ou dans la vésicule du fiel, ou lorsque, comme dans la cirrhose, sa composition vient à être altérée, on trouve souvent dans les conduits ou dans la vésicule biliaires, des sédiments et des calculs. Quelquefois les dépôts qui se produisent sont des concrétions molles, formées d'un amas cristallin de cholestérine entremêlée de particules de matières colorantes réunies par de la mucine ; dans d'autres cas, des cristaux de cholestérine non encore agglomérés et des épithéliums sont simplement englobés dans un mucus épais; ou bien, on peut trouver dans la vésicule, dans les conduits biliaires, et jusque dans les ramuscules des conduits hépatiques et des acini du foie, des concrétions sablonneuses, cristallines ou amorphes, formées surtout de cholestérine quand elles sont presque incolores, ou de matières colorantes lorsqu'elles ont une teinte orangée. En se réunissant et durcissant, ces concrétions et ces dépôts donnent naissance aux calculs biliaires.

Les *calculs biliaires* (*fig.* 68, p. 426), se rencontrent en général dans la vésicule du fiel; ils y sont libres ou enchatonnés. On les trouve souvent dans le canal cholédoque qu'ils peuvent obstruer entièrement. Ils sont le plus souvent expulsés par l'intestin.

Le séjour prolongé de la bile dans le foie ou dans la vésicule bi-

[1] Voyez à ce sujet le travail de Ritter dans le *Journ. de l'anat. et de la phys.* Paris, 1871, N° de décembre.

liaire, mais surtout dans cette dernière, en amène la concentration et fait précipiter la cholestérine qui n'y est que peu soluble. La formation des calculs de matières colorantes est attribuée par Tudichum à une décomposition de la bile, analogue à la putréfaction qu'elle éprouve à l'air. Mais il est probable que la nature anormale de la bile sécrétée dans quelques états morbides, peut aussi devenir une cause de formation de calculs.



Fig. 68. — Calculs biliaires — *a*, de cholestérine; *b*, de pigments.

On trouve dans les calculs biliaires de la cholestérine le plus souvent cristallisée; de la bilirubine, matière colorante principale de la bile; du mucus; des épithéliums; une matière pigmentaire mal connue, brunâtre, dont une partie est unie à la chaux; quelquefois une petite quantité de corps gras neutres; des sels et spécialement du carbonate de chaux; enfin on a signalé dans quelques cas un peu d'alumine, de magnésie, de fer et souvent de cuivre, surtout dans les calculs riches en pigments.

La couleur des calculs biliaires peut faire préjuger déjà de leur composition. Le plus habituellement, ces concrétions sont jaunes, jaunâtres ou rougeâtres. Les calculs les plus communs sont formés de cholestérine mêlée d'un peu de matière colorante biliaire. Les calculs bruns, rouges, noirâtres ou vert noirâtre, contiennent ces dernières substances en bien plus grande quantité. Ces concrétions peuvent être douées d'une sorte d'éclat métallique et leur cassure rester terreuse : de tels calculs sont en grande partie formés de bilirubine associée à la chaux (*fig*. 68, *b*). Les calculs de cholestérine presque pure (*fig*. 68, *a*) sont blanchâtres ou jaunâtres, un peu diaphanes, légers; leur cassure est cristalline; on les pulvérise aisément. Leur centre est souvent formé d'un noyau de bilirubine calcaire.

Les calculs biliaires, lorsqu'ils sont uniques, sont ovoïdes ou arrondis. Lorsqu'ils sont multiples, ils s'usent mutuellement et prennent alors une forme grossièrement tétragonale ou cubique caractéristique, à angles arrondis (Voyez *fig*. 68). Leur surface souvent lisse et polie est quelquefois muriforme.

Les calculs biliaires ont souvent une texture striée ou rayonnée à partir du centre, occupé ou non par un noyau. Celui-ci, lorsqu'il

existe, est le plus habituellement formé de mucus et de matière colorante. Les calculs semi-cristallins contiennent principalement de la cholestérine. D'autres ont une structure lamelleuse ou bien leur cassure est conchoïdale et résineuse ; ces concrétions sont beaucoup plus riches que les précédentes en matières colorantes. Très-souvent aussi, on trouve dans ces calculs des couches de colorations diverses indiquant des dépôts de nature variable.

Les calculs biliaires en se desséchant à l'air perdent de un tiers à une moitié de leur poids. Ils deviennent alors très-légers et faciles à imbiber d'eau[1].

Calculs riches en cholestérine. — Les calculs biliaires dans lesquels domine la cholestérine (*fig.* 68, *a*) sont les plus communs. Ils sont reconnaissables à leur couleur blanche, verte, bleuâtre ou brunâtre, et ainsi qu'à leur densité inférieure à celle de l'eau. Transparents quand ils sont frais, ils blanchissent à l'air. Parmi ces calculs, les uns sont cristallins, à surface rugueuse ; on y trouve de la cholestérine en petits cristaux microscopiques, lamelleux, radiés, séparés par des granulations de pigments biliaires plus ou moins abondantes, de $0^{mm},001$ à $0^{mm},005$ de diamètre. D'autres calculs sont blanchâtres, comme cireux, à texture amorphe, à cassure conchoïdale.

Le centre ou noyau de ces calculs est en général la partie la plus riche en substances minérales. Celles-ci sont formées surtout de chaux unie aux matières colorantes. Les phosphates et les sulfates y sont en très-faible proportion.

Les calculs de cholestérine sont très-solubles dans l'alcool et dans l'éther bouillants d'où la cholestérine cristallise par refroidissement.

Ils fondent si on les chauffe sur la lame de platine, puis brûlent en donnant une flamme éclairante et fuligineuse.

Les calculs de cholestérine sont insolubles dans les lessives alcalines. L'acide nitrique chaud les transforme en acide cholestérique.

Voici trois analyses de ces calculs, la première empruntée à Ritter, la seconde due à Planta et Kékulé, la troisième à Bourdon :

[1] Les bezoards orientaux sont des calculs biliaires produits par certaines chèvres ou antilopes. Ils contiennent surtout de l'acide lithofélinique et ellagique, mêlé à des fibres végétales, des poils, des sels divers.

	I	II	III
Cholestérine	62.3	90.82	68.0
Mucus et matières organiques	12.3	1.35	»
Matières colorantes de la bile	3.9[1]	0·20	
Autres matières biliaires solubles dans l'eau	18.5		2.0[3]
Composés solubles dans les acides	9.1[2]	0.79	
Graisse neutre	»	2.02	
Sels minéraux	»	0.28	30.1
Eau	»	4 89	

Calculs riches en matières colorantes biliaires. — Ces calculs (*fig.* 68, *b*, p. 426) souvent rougeâtres lorsqu'ils viennent d'être excrétés, se foncent à l'air et deviennent alors bruns. Les calculs dits *mélaniques* n'en sont qu'une variété presque noire. Leur cassure est terreuse et quelquefois résineuse. Ils sont durs et cassants. Des cristaux de cholestérine entremêlés ou formant des couches superposées, peuvent se retrouver dans ces concrétions. Leur poussière examinée au microscope est vert foncé, par réflexion, et rouge par transmission. Ces calculs sont surtout formés de *bilirubine* $C^{16}H^{18}Az^{2}O^{3}$ (identique avec la *cholépyrrhine* des anciens auteurs), et d'une ou plusieurs substances qui paraissent provenir de son altération à l'air (*bilihumine*, *bilifulvine*, etc. Voy. les *pigments de la bile normale*, t. II, p. 107). Cette matière colorante s'y trouve souvent en combinaison avec la chaux. Nous avons dit que ce sel calcaire répond à la formule $(C^{16}H^{17}Az^{2}O^{3})^{2}Ca''$. Outre la *bilirubine*, on trouve encore dans ces calculs une petite quantité de *biliphéine* jaune, de *bilifuscine* verte et de *biliprasine*, de la cholestérine, de l'acide cholique et choloïdique[4], de la bile inaltérée et divers sels terreux.

Voici deux analyses de ces calculs; la première est due à Brandes, La seconde à Joyeux :

	I	II
Cholestérine	69.76	4
Matières colorantes biliaires	11.38	
Graisses	»	
Mucus	13.20	89
Matières biliaires (sauf les pigments)	5.66	
Sels minéraux	»	3

[1] Composé de : *bilirubine* 1,2 ; *bilifuscine* 0,4 ; *biliprasine* 0,8 ; *bilihumine* 1,5.

[2] Contenant *matières inorganiques*, 3,9.

[3] Composé de : *matière colorante* jaune soluble dans l'acide nitrique 0,5, et matière colorante verte, soluble dans l'acide acétique 1,5. Ce calcul avait séjourné dans l'S iliaque où il s'était revêtu d'une couche de phosphates.

[4] Tout au moins dans les calculs biliaires du bœuf suivant Tudicham.

Voici l'analyse complète d'un calcul extrait par Phipson du foie d'un porc[1]. La matière colorante d'un beau jaune qu'il nomme biliphéine, insoluble dans l'éther et l'alcool, se dissolvait à l'état de biliverdine dans l'alcool fortement acidulé par l'acide chlorhydrique. Ce calcul ne donnait pas trace d'acide taurocholique ni d'aucun autre composé sulfuré. A l'état frais, cette concrétion contenait 37 p. 100 d'eau, qui se réduisirent à 8 p. 100 après qu'on eût exposé à l'air la matière pulvérisée :

Eau	8.00
Cholestérine et graisses	1.35
Mucus	11.50
Hyocholate de soude, avec un peu d'acide hyocholique et d'hyocholine	2.75
Biliphéine (cholepyrrhine)	61.36
Carbonate de chaux	1.55
Phosphate de chaux	3.35
Soude	1.11
Sel marin	7.13
Acide caprylique et mat. indéterminées	2.00
	100.00

Les calculs de matières colorantes biliaires, se dissolvent dans l'éther et les liqueurs alcalines. Chauffés, ils brûlent sans fondre ni s'enflammer, et laissent une masse spongieuse de charbon.

Si l'on prend une parcelle de ces calculs et qu'on la traite par de l'acide nitrique, il se développe successivement et rapidement du bleu, du vert, du violet, du rouge et enfin du jaune.

Les calculs dits *mélaniques* contiennent de 8 à 12 p. 100 de sels calcaires, de la graisse et des matières colorantes vert noirâtre ou brun foncé.

Calculs riches en sels calcaires. — On trouve presque toujours dans les calculs biliaires, des sels calcaires et surtout du carbonate de chaux faisant effervescence avec les acides. On a signalé divers calculs de la vésicule biliaire contenant près de 3/4 de leurs poids de carbonate de chaux mêlé de phosphate de chaux, de mucus, de pigments biliaires, de cholestérine et de sels de fer. Mais ces concrétions ont été le plus souvent recueillies lorsque la vésicule ne communiquait plus avec le canal hépatique. Ce sont moins des calculs biliaires que des calculs muqueux. Toutefois, il

[1] Voy. *Bull. Soc. chim.*, t, X, p. 88.

n'est pas rare de trouver de 1 à 2 p. 100 de carbonate de chaux dans de vrais calculs biliaires. M. Ritter a dosé dans un de ces calculs, retiré par lui de la vésicule du fiel d'une vielle femme, 64,6 p. 100 de carbonate de chaux, 12,3 de phosphate de chaux, et 3,4 de phosphate ammoniaco-magnésien. Le reste était en grande partie formé de matière colorante, 14,2 p. 100, et de mucus.

Méthode d'analyse des calculs biliaires. — Après avoir finement pulvérisé le calcul à analyser et en avoir déterminé la perte de poids à l'air, puis à l'étuve à 100°, pour obtenir sa quantité centésimale d'eau, on l'épuisera par l'eau bouillante. Celle-ci séparera la bile interposée et quelques sels solubles. On évaporera cette solution, on pèsera le résidu ; on le calcinera. On aura ainsi le poids de la bile et des sels aptes à être dissous par l'eau. La partie sèche épuisée par l'eau sera reprise alors par de l'éther bouillant, ou même par un mélange d'une partie d'alcool et de deux parties d'éther, pour dissoudre la cholestérine et les graisses. On en obtiendra le poids en évaporant cette solution au bain-marie et desséchant à 100° ; on saponifiera les graisses, et on reprendra par l'éther qui ne dissoudra que la cholestérine. En traitant alors la poudre du calcul déjà épuisée à l'eau et à l'éther avec de l'alcool chaud, on dissoudra la biliverdine. La bilirubine et la matière colorante jaune (biliphéine) resteront insolubles. Cette dernière peut être enlevée par un traitement avec de l'alcool fortement acidulé par de l'acide chlorhydrique ; au bout de deux ou trois jours, la *biliphéine* étant passée à l'état de *biliverdine* soluble dans l'alcool, le liquide devient vert émeraude, on évapore, et l'on dose par calcination les cendres d'une partie de cet extrait ; la différence donne le poids de la biliverdine dissoute.

Pour doser les matières minérales, la poudre du calcul épuisée à l'éther et séchée, sera placée dans un petit ballon à dosage d'acide carbonique par perte, contenant dans un tube ou une ampoule latérale, un peu d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. On pèsera l'ensemble de cet appareil, puis on fera couler dans le ballon l'eau acidulée. L'acide carbonique des carbonates se dégagera ; on finira de l'entraîner en aspirant de l'air à travers l'appareil, en même temps les sels minéraux (*carbonates, phosphates terreux*), se dissoudront. On pèsera le petit ballon après cette opération ; sa perte de poids donnera celui de l'acide carbonique.

On reprendra alors la poudre par un excès d'eau acidulée, on

la lavera et la sèchera. La solution acide permettra de faire le dosage des divers sels primitivement insolubles. Leur poids se déduira de la différence des pesées de la poudre desséchée avant et après le traitement par l'eau acidulée.

Cette poudre elle-même contient des matières colorantes et des pigments d'altération. On les séparera comme il a été dit en parlant des *matières colorantes de la bile normale.*

CHAPITRE IV

ALTÉRATIONS MORBIDES DU PANCRÉAS ET DU SUC PANCRÉATIQUE

On ne sait rien sur la nature des dégénérescences spéciales à la glande pancréatique. Comme toutes les autres glandes, le pancréas peut s'enflammer, ses acini se tuméfier, leur épithélium devenir granuleux, se détacher ou suppurer. Le pancréas peut être aussi le siége de tumeurs (*carcinomes*, *adenomes*, etc.) ou d'infiltrations et de dégénérescences diverses de ses tissus. Mais ces altérations ne sont point seulement propres au pancréas, et nous les décrirons d'une manière générale au Livre VIe.

On sait que le suc pancréatique est d'une extrême altérabilité et que l'inflammation de cette glande suffit pour enlever au produit qu'elle sécrète toute son activité digestive sur les corps gras et la matière musculaire. Aussi a-t-on observé que dans plusieurs cas de dégénérescences, de cancers, d'inflammations chroniques du pancréas, les selles devenaient blanchâtres par la présence d'un excès de graisses non digérées. Toutefois ces signes ne sont ni constants, ni pathognomoniques d'une altération du pancréas ou du suc pancréatique, et l'on ne doit pas oublier que ce n'est pas seulement l'émulsion des corps gras par le suc propre à cette glande, mais aussi par la bile et par le suc intestinal, qui rend les substances grasses absorbables dans le canal digestif.

Du reste, la difficulté que l'on a de se procurer le suc pancréatique non altéré n'a pas encore permis d'en faire l'étude pathologique.

Les *calculs pancréatiques*, analogues aux calculs salivaires, que l'on trouve dans le pancréas ou dans ses conduits, sont tantôt

blancs et lisses, tantôt rugueux. Golding-Bird a donné de l'un d'eux l'analyse suivante :

Phosphate de chaux.	80
Carbonate de chaux.	3
Matière animale.	7
	100

O. Henry dans un calcul analogue a trouvé :

Phosphate de chaux. . . .	66
Carbonate de chaux. . . .	16
Matière organique azotée. .	16
Sels solubles.	traces
	100

CHAPITRE V

DES SUEURS MORBIDES[1]

Nous connaissons encore fort peu les sueurs sécrétées durant les divers états morbides. Ce sujet mériterait d'autant plus d'être étudié, qu'un grand nombre de maladies accélèrent la sécrétion sudorale et se jugent par elle. Faute de pouvoir donner la composition et de faire l'histoire des sueurs dans les diverses affections où il nous importerait tant de les mieux connaître, nous allons indiquer ici sommairement les diverses variations qu'on a signalées dans un petit nombre de cas.

Variations des caractères physiques. — Les caractères physiques de la sueur peuvent certainement varier dans les diverses maladies, mais bien souvent les auteurs se sont bornés à des approximations vagues dont on ne saurait faire grand cas. L'affirmation de tel ou tel qui veut que la sueur rappelle le pain cuit dans les fièvres intermittentes, qu'elle ait une odeur acide chez les rhumatisants et les goutteux, une odeur douce chez les syphilitiques, qu'elle sente la souris dans les maladies cérébrales, etc., ne nous permettra jamais de passer sûrement de ces signes mal observés et mal définis, à une indication thérapeutique quelconque. Les sueurs qui dégagent une odeur fétide, doivent souvent

cette propriété à leur rapide décomposition; on y a signalé dans ces cas la leucine et la tyrosine. Dans les maladies infectieuses, le typhus, la fièvre typhoïde, elles offrent en général ce caractère de fétidité. Les sueurs de la *suette miliaire* dégagent une odeur de souris.

Les sueurs disparaissent dans la première période du choléra; elles deviennent visqueuses et neutres dans la période algide, et reprennent leur acidité quand la réaction s'établit.

Incolore à l'état normal, la sueur peut prendre diverses teintes dans les maladies. Dans l'ictère elle peut se colorer en jaune, ou même en jaune rougeâtre, et tacher le linge. Elle peut être teintée en bleu dans certaines affections du système ganglionnaire abdominal ou du foie. Cette matière bleue est sans doute celle qui se trouve normalement, en petite quantité, dans les urines, c'est-à-dire l'indigo et quelques-uns de ses dérivés; nouvel exemple de la grande analogie de ces deux importantes sécrétions. Nous reviendrons du reste sur ce sujet.

On a donné le nom de *sueurs froides* à certaines sueurs, qui se produisent avec abaissement de la température de la peau. A la suite d'émotions diverses et surtout de la peur, il se fait quelquefois à la face, au cou, au dos, une abondante sécrétion d'un liquide froid, visqueux, assez analogue en apparence à la sueur fluide et gluante qui se produit chez les cholériques dans la période de cyanose, ou bien chez les mourants au moment de l'agonie, ou bien encore à celles qui se forment sur tels ou tels points de la peau dans certaines affections du grand sympathique. Ces sueurs froides apparaissent chez les animaux presque aussitôt après la section du sympathique, et du côté où ce nerf a été coupé (*Bernard*).

Variations dans la composition chimique de la sueur. — *La réaction* acide ou alcaline des sueurs morbides présenterait beaucoup d'interêt, si elle avait été soigneusement observée. On peut affirmer que dans beaucoup de maladies la sueur devient anormalement alcaline par la présence du carbonate d'ammoniaque, tandis que dans quelques-unes elle devient très-acide. Citons parmi les maladies à sueurs alcalines, le typhus des camps, l'urémie, la goutte. Au contraire, les sueurs des rhumatisants, des scrofuleux, des rachitiques, sont rendues très-acides par un excès d'acide lactique. Prout dit avoir trouvé de l'acide acétique

libre dans la sueur d'un rhumatisant et dans celle d'un malade atteint de fièvre hectique.

En général dans la fièvre, d'après Andral, l'acidité normale de la sueur disparaît ou diminue pour reparaître au moment de la défervescence. D'après le même auteur, dans la fièvre typhoïde la sueur reste acide, quelle que soit la gravité de la maladie. Il en est de même du liquide des *sudamina*. Toute sueur visqueuse est neutre ou à peine acide[1]. D'après Andral, lorsque dans une maladie l'acidité des sueurs augmente, on peut considérer ce signe comme pronostiquant une amélioration prochaine.

Les *principes* qui n'existent pas dans les sueurs normales, ou ceux qui se rencontrent dans les sueurs normales ou morbides, mais en bien plus grande quantité dans celles-ci, sont les suivants :

L'*urée ;* elle peut apparaître en si grande abondance dans certaines sueurs, qu'elle cristallise à la surface de la peau. On voit quelquefois à la limite du front et des cheveux comme un duvet formé de cristaux de cette substance. Elle se dépose surtout autour des glandes sudoripares. On peut quelquefois l'observer chez les urémiques et chez les cholériques à accidents urémiques. Bergeron et Ranvier les ont signalés dans la sueur d'un empoisonné par le phosphore. Au contraire, H. Reinner, dans un cas de fièvre typhoïde et dans un rhumatisme aigu, a constaté la diminution de l'urée dans la sueur.

L'*ammoniaque* à l'état de carbonate a été signalé, avons-nous dit plus haut, dans les sueurs morbides alcalines, et les *sels ammoniacaux* dans la sueur des goûteux.

L'*acide lactique* augmente dans les sueurs des scrofuleux et des rachitiques, et dans celles qui coïncident avec quelques affections de la peau. Schérer l'a signalé dans les sueurs abondantes. Ces observations déjà anciennes mériteraient confirmation.

L'*acide hippurique* apparaît dans les sueurs comme dans les urines de ceux qui font usage des baumes ou de l'acide benzoïque et, sans doute aussi, après l'ingestion de certains fruits (prunes, baies d'airelle, fruits de ronce, etc.), ou même quand on soumet exclusivement les malades à la diète lactée.

L'*acide urique* a été signalé par Stark dans la sueur des rhu-

[1] Voir *Compt. rend. Acad. sc.*, 1848.

matisants ; Wolff a dit qu'il existait des urates dans celle des goutteux. Mais Favre, Martini et Ubaldini, Garrod ont vainement recherché l'acide urique dans les sueurs durant ces deux affections. On a signalé encore cet acide dans la sueur des malades atteints de calculs uriques.

Les *graisses* en quantité anormale ont été trouvées dans quelques sueurs de fièvres hectiques.

Le *glucose* a été constaté par Bergeron et Lemattre, ainsi que par Cl. Bernard et par Nasse dans la sueur des diabétiques.

L'*albumine* ou les substances analogues peuvent-elles exister dans les sueurs morbides? On ne les a jamais rencontrées dans l'albuminurie, malgré de consciencieuses recherches. Mais, d'après des observations anciennes, l'albumine existerait quelquefois dans les sueurs des rhumatisants (*Anselmino*), dans la fièvre hectique, dans le choléra, dans la fièvre typhoïde, enfin dans les sueurs qui précèdent la mort. Elle ne se trouverait pas dans le liquide des sudamina. Toutes ces observations méritent de nouvelles confirmations.

Les *matières colorantes* de la bile ont été signalées dans les sueurs des ictériques. On les a aussi notées dans celles des malades atteints de fièvre rémittente ou typhoïde avec symptômes ictériques, et dans les fièvres putrides bilieuses. Schwarzenbach a observé chez un homme des sueurs colorées en bleu, que les acides rendaient successivement vertes et rouges, tandis que les alcalis les faisaient repasser à leur couleur primitive. Cette matière colorante serait, on le voit, très-analogue à la *pyocyanine* des suppurations bleues. (Voir Pus.)

Les *matières minérales* seraient augmentées dans les sueurs des arthritiques, et l'on a même dit que les sueurs qui succèdent aux accès de goutte peuvent contenir assez de phosphates pour que ces sels se déposent quelquefois sur la peau sous forme d'une poussière veloutée. Garrod a constaté plusieurs fois la présence de l'oxalate de chaux dans les sueurs des goutteux, surtout après les attaques, et R. Sim a vérifié maintes fois cette observation[1].

Sueurs sanguinolentes ou hématidrose. — L'émission de sueurs sanguinolentes a été signalée depuis longtemps[2]. Gendrin,

[1] Cité par Robin. *Traité des humeurs* [2], p. 740.

[2] Voir t. I, p. 276. Voir aussi l'article *Hématidrose* de Chomel, Dict. en 30 vol. ; le *Traité des maladies cutanées*, de Hébra, traduit par Doyon. Paris, 1872, p. 93, ainsi que Parrot, *Essai sur les sueurs de sang*. Dans *Gaz. hebdom.*, Paris, 1859.

dans son *Traité philosophique de médecine pratique* en rapporte un grand nombre d'exemples. Ces sueurs peuvent être générales, mais le plus souvent elles sont localisées. Elles arrivent plus spécialement chez les femmes, surtout chez les hystériques, les aménorrhéiques et les anémiques. Le sang, mêlé à la sueur, est dans ces cas exhalé *par les orifices des glandes sudoripares*. On a constaté sa nature par l'observation des hématies et des globules blancs. L'exhalation du sang se fait par la rupture des capillaires nutritifs des glandes sudoripares et sans la moindre érosion à la peau.

Sueurs bleues ou chromidrose. — Les folicules sudoripares peuvent sécréter, dans certains cas, une matière bleu foncé ou brune qui est versée sur la peau ou s'accumule dans la glande même au-dessous de l'épiderme. Ce phénomène peut se produire sur toutes les régions du corps, surtout aux paupières et à la face. La substance bleu noirâtre qui remplit les tubes enroulés et se déverse à la surface de la peau, a été examinée par Ch. Robin[1]. Le pigment qui remplit les follicules sudoripares est semi-liquide, formé de petits grains lisses d'un noir bleuâtre ou ardoisé, d'un diamètre variant depuis les plus petites proportions jusqu'à $0^{mm},003$. Ces granulations sont insolubles dans les acides et l'ammoniaque. L'acide sulfurique les rend bleu foncé : l'acide azotique les brunit, puis les décolore. La matière pigmentaire déversée à la surface de la peau est formée de corpuscules lamelleux, irréguliers, violets, ardoisés ou bleu foncé.

Cette substance contient du fer. Elle est évidemment dérivée de l'hématine ; elle a une grande analogie avec la matière bleue des urines et du pus. Du reste, l'indigo bleu qui apparaît quelquefois dans certaines urines, a été reconnu par Bizio dans quelques sueurs bleues, et W. Foot a observé que la matière bleue ou brune de la chromhydrose, peut se décolorer par l'hydrogénation, et se réoxyder en se colorant de nouveau en brun ou en bleu[2].

L'apparition de la chromhydrose est précédée le plus souvent de phénomènes de chloro-anémie.

[1] Ch. Robin, *Arch. gén. de méd.*, 1863. Voir aussi *Mémoire sur le chromidrose de Leroy de Méricourt*. Paris, 1864.

[2] Voir la relation de 38 cas de chromhydrose dans le *Dublin quart. Journ. med. sciences*; septembre 1870.

Schwarzenbach a observé chez un homme des sueurs bleues que les acides rendaient successivement vertes et rouges, tandis que les alcalis les faisaient repasser à leur couleur primitive. Cette matière colorante serait fort analogue à la *pyocyanine* des suppurations bleues. (Voir le Livre suivant.)

On a vu quelquefois se produire à la surface de la peau une sécrétion de matière pigmentaire noirâtre que l'on peut mécaniquement enlever. Dans un cas de ce genre rapporté par Teevan, l'enduit se trouva formé de carbone (?) associé a de très-petits poils, à des plaques d'épithélium et à des globules de graisses[1].

Passage de divers médicaments dans les sueurs. — Diverses substances prises à l'intérieur s'éliminent par la peau. L'iode passe dans les sueurs, mais moins rapidement et moins abondamment que dans la salive. Après l'ingestion de l'iodure de mercure, on retrouve l'iode dans les urines, tandis que le mercure passe dans les sueurs à l'état de chlorure. Quand on fait usage de l'arséniate de fer, on peut noter dans les sueurs la présence des arséniates alcalins, et celle du fer dans le liquide urinaire (*Bergeron et Lemattre*). Landérer a signalé le sulfate de quinine dans les sueurs d'un malade qui prenait une forte dose de ce médicament. Enfin l'on sait que les odeurs de l'alcool, du soufre, de l'ail, de l'asa-fœtida se reconnaissent dans les sueurs de ceux qui ont ingéré l'une de ces substances à dose un peu élevée.

CHAPITRE VI

INFLUENCE DES DIVERS ÉTATS PATHOLOGIQUES SUR LA COMPOSITION DU LAIT

On doit à Simon, et surtout à Vernois et Becquerel, des recherches importantes sur l'état du lait pendant les maladies. On peut les résumer en quelques mots. Dans les *maladies aiguës fébriles*, la sécrétion lactée diminue, la caséine augmente, mais en même temps, et d'une manière assez constante, le sucre diminue dans le lait. *Dans les maladies chroniques*, la proportion de caséine décroît, en général légèrement, le beurre et les sels augmentent, le sucre

[1] *London medico-chirurgical Transactions*, t. XXVIII, p. 611.

reste constant. Dans les *maladies infectieuses ou virulentes* on ne peut rien établir encore de certain. Enfin dans divers *états passionnels*, les émotions tristes, la colère, le lait subit de profondes modifications dans ses propriétés plutôt que dans sa composition.

Voici maintenant quelques renseignements spéciaux.

§ 1. — LAIT SÉCRÉTÉ PENDANT LES MALADIES.

Maladies aiguës fébriles. — Dans les affections aiguës franches, le lait, en même temps qu'il est moins abondamment sécrété, semble se concentrer. Ses matériaux fixes s'accroissent, son eau et son sucre diminuent, sa caséine augmente au contraire d'un tiers en moyenne par rapport à l'état normal ; le poids du beurre est tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, de la quantité physiologique ; les sels augmentent légèrement et quelquefois très-notablement. On voit donc que, sauf la quantité sécrétée et les changements spécifiques que les maladies pourraient imprimer au lait, ce liquide conserve ses qualités nutritives pendant les fièvres inflammatoires franches. Aussi d'après Trousseau ne doit-on pas se hâter alors d'enlever l'enfant à la nourrice, et cet auteur rapporte même divers cas d'affections aiguës graves où la lactation avait été continuée sans qu'il en résultât aucun accident pour le nourrisson.

Voici quelques analyses, dues à Vernois et Becquerel, de laits de femmes atteintes d'affections fébriles inflammatoires aiguës.

COMPOSITION DE 1000 GRAMMES DE LAIT SÉCRÉTÉ DANS QUELQUES AFFECTIONS AIGUËS, *d'après Vernois et Becquerel.*

	ÉTAT PHYSIOLOGIQUE D'APRÈS LES AUTEURS.	PLEURÉSIE AIGUË.	COLITE AIGUË.	COURBATURE, FIÈVRE.	MÉTROVAGINITE AIGUË (4 CAS).	MÉTROPÉRITONITE AIGUË (9 CAS.)
Eau.	889 08	888.95	869.60	880.32	884.70	885.09
Sucre.	43.64	32.94	32.02	32.14	40.00	30.07
Caséine et mat. extractives.	39.24	42.86	42.86	47.70	56.71	48.85
Beurre.	26 66	54.12	54.18	38.89	17.12	35.03
Sels (par incinération)[1]. .	1.38	1.40	1.40	6.95	1.47	1.48
Résidu fixe pour 1000 gr.	110.92	111.05	130.40	119.68	115.30	114.91

[1] Dans les déterminations dues à ces auteurs, le poids de ces sels est diminué du poids des chlorures presque entièrement volatilisés pendant la calcination.

Dans les maladies fébriles de nature infectieuse, dans les fièvres exanthématiques, dans les affections typhiques, on ne connaît pour ainsi dire pas la composition du lait. On a toutefois observé dans un cas de fièvre typhoïde que le lait avait perdu très-notablement de ses matériaux nutritifs. Son résidu fixe était descendu de 111 à 75. Sauf les sels, dont l'augmentation était considérable, tous les autres éléments avaient fortement diminué comme le montre l'analyse suivante :

	Lait d'une femme atteinte de fièvre typhoïde.
Eau.	924.34
Sucre.	31.46
Caséum et mat. extractives .	32.91
Beurre.	9.09
Sels.	2.20
	1000.00

Taylor, Bell et Ballard ont avancé que la fièvre typhoïde et la scarlatine pouvaient être transmises par le lait de la malade.

Maladies chroniques. — On ne saurait dire d'une façon générale quelles sont les altérations que le lait présente chez les femmes atteintes de maladies chroniques. Becquerel et Vernois l'ont examiné dans 27 cas. Il résulte de leur travail que le beurre, élément le moins caractéristique et le plus variable du lait, est en général augmenté, que le sucre et le caséum existent dans ce liquide en quantité à peu près normale, et que les sels varient tantôt dans un sens tantôt dans un autre.

Voici du reste, d'après les auteurs précédents, les nombres moyens de l'analyse du lait normal comparé à celui des maladies aiguës et des maladies chroniques :

	Composition normale du lait de femme.	Composition moyenne du lait dans les maladies aigues.	Composition moyenne du lait dans les maladies chroniques.
Eau.	88.91	88.49	88.58
Caséine. . . .	3.92	5.04	3.71
Beurre.	2.67	2.99	3.26
Sucre.	4.36	3.31	4.34
Mat. ext. et sels.	0.14	0.75	1.50
Densité. . .	1.032	1.0312	1.0314

Dans les cas de *tuberculisation pulmonaire* sans diarrhée, la

composition du lait a été trouvée normale. Seuls les sels sont éliminés par la glande mammaire en proportion plus grande. Au contraire, si la tuberculose se complique de diarrhée, il y a abaissement notable du beurre, les autres éléments restant constants.

Chez une femme albuminurique, Rees dit avoir trouvé de l'urée dans le lait.

Dans la *syphilis*, le lait contient près de deux fois plus de matériaux salins que dans l'état ordinaire ; le sucre reste normal ; le caséum et le beurre diminuent très-sensiblement.

Le lait syphilitique de nourrices atteintes de plaques muqueuses ou d'éruptions secondaires, inoculé sous la peau, à la surface d'un vésicatoire, etc., ne transmet pas la syphilis[1].

Les *cachexies métalliques* (*mercurielle*, *saturnine*, etc.), ont pour effet non-seulement d'appauvrir le lait en principes nutritifs, mais aussi d'introduire dans ce liquide des éléments toxiques. Dans le lait des nourrices soumises à un régime mercuriel ou ioduré, on peut aisément retrouver le mercure ou l'iode, et nous avons déjà dit (t. II, p. 273) qu'on avait employé cette méthode pour faire, dans certains cas, absorber ces médicaments aux nourrissons et aux malades.

Donné a constaté que dans les *engorgements de la mamelle* le lait renferme d'abondants leucocytes, libres ou agglomérés, et qu'il se prend en une masse gélatiniforme par addition d'ammoniaque.

États passionnels. — Tout le monde sait que la colère, la crainte, les émotions vives, influent souvent très-puissamment sur les propriétés du lait sécrété pendant ces états passionnels. Non-seulement l'enfant qui tête ce lait peut être pris de diarrhées et de convulsions, mais les auteurs rapportent plusieurs cas de mort survenue chez les nourrissons à la suite de violentes émotions subies par la mère[2]. On peut lire (p. 62), dans le travail de MM. Filhol et Joly plusieurs fois cité à propos du *Lait physiologique*, un certain nombre de relations de morts par absorption de laits ainsi viciés.

D'après quelques analyses, à la suite des sentiments moraux

[1] C. Padova. *Gaz. méd. de Lyon*, 1868.

[2] Voyez *Ann. de littér. médic. Britann.*, p. 1824. Une femme ayant défendu son mari attaqué par un soldat, donne à téter aussitôt après à son enfant bien portant âgé de 11 mois; celui-ci la quitte aussitôt avec des signes d'agitation et de douleur et meurt au bout de quelques instants.

dépressifs, du chagrin, de la colère, la caséine reste constante dans le lait ou quelquefois augmente, le beurre diminue très-notablement et peut tomber au-dessous du cinquième de sa quantité physiologique, le sucre diminue ou reste normal ainsi que les sels minéraux.

Voici, d'après Simon, l'analyse du lait sécrété, un mois après ses couches, par une femme prise d'un violent chagrin. Ce lait avait occasionné des convulsions à l'enfant :

Eau.	88.90
Caséine..	2.57
Beurre.	1.80
Sucre.	5.25
Matières extractives.. .	0.20

On voit que l'analyse est loin de dévoiler les profondes altérations de ces laits dangereux dans lesquels existent certainement des composés nouveaux encore indéterminés. Parmentier et Deyeux ont vu le lait devenir visqueux chez une femme nerveuse moins de deux heures après l'accès hystériforme.

2. — LAITS ANORMALEMENT COLORÉS.

On a dit, t. II, p. 247, que le lait pouvait être dans quelques cas coloré en bleu, en jaune ou en rouge. Ces couleurs sont dues soit à la nature de l'alimentation, soit à certains mycodermes qui envahissent surtout le lait des femelles malades, notamment celui des vaches atteintes de catarrhe gastro-intestinal : le *vibrio xanthogenus*, le *vibrio cyanogenus*, d'après Fuchs, et même le *penicilium glaucum*, d'après Mosler. L'usage de ces laits a souvent amené la gastrite, la diarrhée, l'abattement. On a dit aussi que la matière colorante bleue pouvait présenter les caractères de l'indigo (*Mosler*). Selon d'autres, cette couleur serait due à la *triphenylrosaniline* produite par l'évolution d'un animalcule, le *monas prodigiosa* d'Ehrenberg, qui peut être ensemencé dans tous les laits, dans le pus, sur le fromage, le pain, la viande, le blanc d'œuf, substances qui toutes se colorent rapidement à son contact en rouge ou en bleu (*E. Erdmann*)[1].

[1] *Rep. de pharm. et de chim.*, mai 1867. On sait aussi que l'on trouve dans le lait, après qu'il a été exposé à l'air et avant qu'il se soit aigri, de petites masses granuleuses, amas de spores qui bourgeonnent et donnent divers champignons.

Robin a constaté que ces vibrions toujours incolores, étaient accompagnés d'amas de spores, ou d'algues du genre *septomitus* colorés en bleu violacé, surtout lorsqu'ils sont bien développés. C'est à ces microphytes que ces laits devraient leur teinte anormale.

§ 3. — LIQUIDE DES TUMEURS SQUIRRHEUSES DES CANAUX GALACTOPHORES.

Dans certains kystes ou cancers de la mamelle, on trouve souvent dans les canaux galactophores une matière blanche, crémeuse, d'apparence lactée, liquide ou demi-solide. Elle est formée d'un mélange de granulations graisseuses, calcaires et albuminoïdes, de cristaux de cholestérine, de globules de lait déformés, libres ou agglomérées, enfin quelquefois de nombreux leucocytes. On voit que le contenu de ces kystes a une constitution qui le rapproche beaucoup de celle du lait. Mais on peut aussi trouver des kystes de la mamelle formés simplement de mucus et d'épithéliums en suspension dans un liquide de teinte verdâtre, ou nagent quelques leucocytes, des hématies et des globules butyreux.

§ 4. — PASSAGE DES MÉDICAMENTS ET DES POISONS DANS LE LAIT.

Les composés métalliques que l'on donne artificiellement à la femme, ou à d'autres mammifères, passent le plus souvent dans le lait. L'*antimoine* et l'*arsenic* y sont décelables cinq à six heures après leur absorption, et disparaissent au bout de trois ou quatre jours (*Lewald*)[1]. L'iode, à l'état d'iodure alcalin, de teinture, d'iodoforme, se retrouve encore dans le lait quatre à six jours après qu'on en a discontinué l'emploi. Suivant Lewald, ce serait toujours dans le caséum qu'on le rencontrerait. Pour le mercure, la question reste en suspens : Lewald, Labourdette, Orfila pensent qu'il peut se retrouver dans le lait; Peligot, Chevalier, Henry, etc., n'ont pu l'y déceler.

On a constaté encore le passage dans le lait de l'acide borique, du fer, du plomb, du zinc, des chlorures et des carbonates alcalins, mais non celui des nitrates et des sulfures. Les acides orga-

[1] Voir aussi Hertwig. *Schmidt's Jahrb.*, t. CX, p. 85.

niques ne paraissent pas y passer sans décomposition[1]. Il en serait de même du sucre de canne ou de raisin injecté dans les veines (*Cl. Bernard*).

Les animaux, en se nourrissant de certaines plantes, communiquent quelquefois au lait des qualités malfaisantes ou toxiques. Graff, en 1841, a décrit une maladie, désignée sous le nom de *milk-disease* ou *trembles*, commune dans les États-Unis de l'Ouest, qui se transmet par le lait des vaches nourries dans certains pâturages et qui a pour principal symptôme une grande fétidité de l'haleine, maladie mortelle ou dont la convalescence est très-longue[2]. Le lait de vaches nourries de ces matières amylacées qui restent comme résidu dans certaines distilleries américaines, peut produire une cachexie chronique chez ceux qui en font usage, tandis que l'animal qui le fournit abondamment meurt au bout de deux ou trois ans. On trouve dans l'île de Malte une certaine euphorbe nommé *tenhuta*, dont les chèvres sont très-avides, et qui fait contracter à leur lait des propriétés telles que ceux qui le boivent sont pris de diarrhée, de refoidissement, de vomissements bilieux, et de défaillances.

CHAPITRE VII

ALTÉRATIONS MORBIDES DES TESTICULES ET DU SPERME

Testicule. — Les diverses tumeurs du testicule (*sarcomes enchondromes*, *myxomes*, *carcinomes*), appartiennent au domaine de l'histologie pure. Les éléments qui prolifèrent dans chacune de ces néoformations ont une composition connue, que nous avons donnée, ou dont nous parlerons en leur lieu pour chacune d'elles. Au reste la nature de ces tumeurs n'a été encore étudiée que sous le microscope.

La tuberculose ou la tranformation caséeuse du testicule procède par petits foyers qui grossissent séparément et se réunissent entre eux pour former un gros noyau qui, d'abord élastique, subit ensuite le ramollissement et la fonte. On ne peut encore donner à

[1] Marchand. *Encycl. Wörterb.*, t. XXIII, p. 329.)
[2] Voir *Gaz. méd.*, 1841, p. 457.

cet égard que des renseignements histologiques, mais il est probable que la série de ces transformations est la même que celle qu'on observe dans le tubercule pulmonaire passant à l'état caséeux et à la suppuration. On devra donc, pour se mieux renseigner, consulter ce qui sera dit à ce sujet au *Livre V*.

Lorsque le testicule s'enflamme, il y a généralement infiltration séreuse de son parenchyme, et rarement formation de pus. Mais à la suite de l'irritation répétée de la glande, il peut s'y développer des kystes, quelquefois volumineux, remplis d'une bouillie semi-liquide, renfermant des gouttelettes graisseuses, d'abondants cristaux de cholestérine, des granulations de nature probablement albuminoïde et calcaire, des pigments jaunâtres, enfin des débris du tissu testiculaire normal. Ces kystes se développent évidemment dans le parenchyme cellulaire de l'organe.

Les kystes spermatiques du testicule qui se développent sur le conduit épididymaire ou le canal déférent, sont remplis d'une humeur un peu filante, presque toujours opalescente ou laiteuse, grâce aux spermatozoïdes nombreux, vivants ou morts, qu'elle tient en suspension, à quelques leucocytes déformés, et quelquefois à des granulations graisseuses. La densité de ces liquides varie de 1,008 à 1,010. Ils sont légèrement alcalins. Lorsqu'on les filtre, ils donnent une liqueur claire. En examinant le contenu d'un kyste spermatique, MM. G. Daremberg et Cazeneuve ont trouvé que le liquide filtré ne précipitait pas par l'acide acétique (absence de mucine et de caséine) ni, après avoir été étendu d'eau, par un courant d'acide carbonique (absence de matières fibrinogènes); il renfermait une très-petite quantité d'albumine coagulable par la chaleur. Le liquide, débarrassé de la substance précédente, évaporé doucement à sec, donnait un résidu incomplétement soluble dans l'eau pure, soluble dans l'acide acétique en excès, et que le ferrocyanure de potassium ou l'acide azotique précipitaient de ses solutions acétiques. Ce sont là les caractères de la spermatine de Berzélius. Les matières précédentes n'étaient accompagnées, en fait de composés organiques, que d'une trace de substances grasses. Les matières minérales étaient presque en totalité formées par du chlorure de sodium (en moyenne 9^{gr},15 par litre), avec des traces de sulfates, de sels de chaux et de magnésie et pas de phosphates. Cette quantité notable de chlorure de sodium, dont on ne trouve dans le sperme qu'une proportion presque infinitésimale, et l'ab-

sence de phosphates, si abondants dans cette même sécrétion, rend très-intéressantes les précédentes recherches[1].

Liquides spermatiques anormaux. — Les sujets dont les testicules ne sont point descendus dans les bourses, ou ceux qui accidentellement ont été atteints d'une oblitération des deux canaux déférents, éjaculent en quantité aussi grande qu'à l'état normal, un liquide ayant toutes les apparences extérieures du sperme, comme lui filant et odorant, un peu moins opaque toutefois, mais ne contenant pas de spermatozoïdes. Cette liqueur est le produit de la sécrétion des glandes du canal déférent, des vésicules séminales, de la prostate, et des glandes du bulbe et de l'urètre. Il contient de petits amas irrégulièrement arrondis d'une substance semi-solide analogue à de l'empois, fournie par les vésicules séminales, des cellules épithéliales diverses, des cristaux de phosphates, ou des agglomérations de matières minérales réunies entre elles par une trace de substances organiques.

La liqueur excrétée par les *spermatorrhéiques*, soit pendant le sommeil, soit pendant la miction, a été presque toujours recueillie avec l'urine au fond de laquelle le produit de la spermatorrhée se dépose facilement, même lorsqu'il n'est qu'en *très-minime* proportion. Il forme au fond du vase une couche blanchâtre ou grisâtre, mélangée ou non de mucus. Au microscope, on y découvre des spermatozoïdes immobiles (car l'urine les tue immédiatement) et, dans la majorité des cas, des cristaux d'oxalate de chaux, quelquefois d'urates acides de soude et d'ammoniaque, de phosphate ammoniaco-magnésien, des leucocytes, des cellules épithéliales, des globules de graisse, etc.

Les spermatozoïdes disparaissent dans le sperme des malades atteints d'affections chroniques graves telles que la fièvre typhoïde. On n'en retrouve plus dans le liquide qui remplit alors les vésicules séminales et qui, du reste, jouit de tous les caractères extérieurs du sperme normal. Ils reparaissent avec la santé.

Wurtz a fait l'observation que le sperme d'un diabétique contenait du sucre[2].

Concrétions des conduits et des réservoirs spermatiques. —

[1] Travail présenté à la Société de biologie, avril 1874.

[2] *Comptes rend. Soc. biolog.*, 1849, p. 4. — M. G. Daremberg a observé qu'après la quatrième éjaculation successive l'urine contient du sucre de diabète. Il ne nous a pas appris si le sperme lui-même en contenait.

On peut rencontrer dans les vésicules séminales des concrétions et de véritables calculs, durs ou friables, formés surtout de phosphates de chaux avec un peu de carbonate, englobés par les matériaux organiques que sécrète cette poche. Ces calculs se dissolvent dans l'acide chlorhydrique étendu.

O. Beckmann a rencontré dans le canal éjaculateur d'un vieillard un calcul formé par du phosphate et du carbonate de chaux, avec un peu de magnésie unie à une certaine proportion de matériaux organiques, composés surtout de cellules épithéliales en minces couches et de spermatozoïdes. La partie minérale se dissolvait dans l'acide chlorhydrique; la partie organique résistait aux acides et ne disparaissait que difficilement dans les alcalis.

LIVRE IV

SÉROSITÉS ET EXSUDATIONS PATHOLOGIQUES

Sous ce titre nous plaçons les diverses humeurs morbides qui telles que les sérosités, le mucus, le pus, se forment à la surface des membranes ou des tissus divers, et quelquefois envahissent jusqu'aux éléments cellulaires qu'ils modifient, atrophient, et auxquels ils peuvent même se substituer. Ce ne sont point là des produits de sécrétion, car leur formation ne dépend pas d'organes glandulaires spéciaux, et chacun d'eux peut du reste se produire successivement dans les tissus les plus divers. Ce ne sont point toujours aussi des liquides vraiment exsudés, car le plus souvent les épithéliums des surfaces irritées concourent à les former, aux dépens il est vrai de la masse du liquide sanguin, mais non sans qu'ils s'en approprient auparavant les principes nutritifs qu'ils peuvent modifier très-notablement avant de les rejeter sous forme d'humeurs séreuses. Enfin dans certains cas, la cellule épithéliale elle-même semble se détruire et son contenu ou ses débris participer à la formation de l'exsudat, ou bien, comme dans le pus par exemple, des cellules de nouvelles formation et d'origine encore douteuse, peuvent apparaître et constituer la majeure partie des éléments figurés du produit pathologique qui, dans aucun de ces cas, ne saurait être regardé comme résultant d'une véritable sécrétion.

CHAPITRE PREMIER

SÉROSITÉS MORBIDES

§ 1. — DES SÉROSITÉS PATHOLOGIQUES EN GÉNÉRAL.

Origine et constitution des liquides séreux. — Les exsudations séreuses pathologiques peuvent se produire soit à la surface libre des membranes séreuses, soit sous forme d'infiltrations inter-

stitielles entre les éléments anatomiques de divers tissus, soit dans ces éléments eux-mêmes qui se gorgent alors d'un suc abondant et anormal. L'analyse a démontré, dans tous ces cas, une analogie de propriétés et de composition chimiques entre les produits de ces diverses exsudations. Il sera donc utile d'étudier d'abord à un point de vue général les humeurs produites à la surface des séreuses elles-mêmes, humeurs plus abondantes et mieux connues que les autres, renvoyant aux paragraphes suivants les descriptions particulières des exsudats séreux, des sérosités infiltrées, de celles des vésicatoires, etc.

Les séreuses sont à l'état normal simplement lubréfiées par un liquide dont nous avons dit quelques mots dans la IIe Partie de cet ouvrage. Mais dans beaucoup de maladies elles deviennent le siége d'une exsudation plus ou moins abondante qui se fait par un mécanisme que l'on a peut-être cru beaucoup plus simple qu'il ne l'est en réalité. Pour beaucoup d'auteurs, il tend à se produire sans cesse à travers les parois capillaires une sorte de filtration des éléments du plasma sanguin ; mais ce liquide, repris par le jeu d'absorption continue des lymphatiques, humecte simplement les séreuses, à moins que sous l'influence d'un obstacle à la circulation dans les gros vaisseaux veineux ou lymphatiques, ou bien sous l'influence de la dilatation ou de la contraction des capillaires, le liquide transsudé ne vienne à s'accumuler dans les cavités séreuses. Mais il est bon d'observer qu'on ne trouve pas toujours dans les liquides séreux tous les éléments du plasma sanguin ; que la fibrine, ou les matières qui la produisent, est loin d'être constante ; que la sérine elle-même manque presque toujours dans l'humeur séreuse particulière des cavités cérébro-spinales ; que dans ce même liquide les matières minérales dissoutes sont celles du plasma musculaire (phosphates et sels de potasse), plutôt que celles du plasma sanguin. On doit observer encore que la composition des humeurs trouvées dans les cavités séreuses diffère notablement pour chacune d'elles, et diffère aussi de celle du plasma du sang. D'ailleurs, le liquide produit à la surface d'une séreuse qui est le siége d'une inflammation diffère beaucoup, par sa richesse en fibrine, par sa quantité relativement élevée d'albumine, quelquefois par la présence du pus, de celui qui est simplement exsudé sans inflammation. On ne saurait donc aujourd'hui soutenir qu'une séreuse enflammée ne fait que transsuder passivement les matériaux du plasma. On

doit cependant dire à l'appui de cette dernière hypothèse qu'il y a la plus grande analogie entre les transsudations des séreuses enflammées et le plasma sanguin, et que les liquides séreux du vésicatoire ou de l'œdème ont à peu près la même constitution que ceux de la plèvre ou du péritoine.

Les sérosités sont en général légèrement louchies par la présence de quelques épithéliums pavimenteux desquamés, par des granulations graisseuses, et par quelques cristaux de cholestérine en suspension. On peut y trouver aussi un petit nombre ou beaucoup de globules blancs. Leur couleur est ambrée. Elles ont l'odeur fade du sérum sanguin, et sont comme lui un peu visqueuses et fluorescentes. Leur densité variable oscille de 1,005 à 1,040. Elles contiennent en solution la plupart des éléments du plasma sanguin : albumine, fibrine (ou l'un de ses congénères), graisses, cholestérine, quelquefois de l'urée, de l'acide urique, de la xanthine, et diverses autres matières extractives, enfin des sels alcalins et terreux, mais dans d'autres proportions que dans le sérum. L'albumine et les graisses y sont toujours en plus petite quantité que dans le plasma sanguin ; les substances analogues à la caséine en plus grande masse ; les sels en proportions à peu près égale. Quant à la fibrine, elle peut s'y former spontanément ou ne pas s'y produire[1]. Les liquides épanchés à la surface d'une séreuse non enflammée (*ascite; hydrocéphalie*), ne donnent pas de caillots fibrineux. Au contraire, ceux qui sont extraits de la cavité d'une séreuse irritée se coagulent en général spontanément. Je sais bien qu'étant admis que les liquides séreux sont transsudés au travers des parois vasculaires, A. Schmidt, et avec lui beaucoup de physiologistes allemands, se sont vus obligés de soutenir que tous les liquides séreux sont spontanément coagulables et que si la fibrine n'a pas été signalée dans tous les cas, c'est qu'elle a été méconnue, ou qu'elle se forme très-lentement, ou bien enfin que lorsque les substances qui lui donnent naissance sont en trop petite quantité, l'une d'elles, la paraglobuline, s'altère et disparaît. Mais ce sont là de simples affirmations, qui ne sauraient balancer l'observation des chimistes les plus recommandables qui affirment que très-souvent la fibrine ne se produit pas dans les liquides des séreuses non enflammées. Il est vrai que A. Schmidt a observé

[1] D'après Delaharpe le caillot fibrineux de l'ascite se redissout 12 à 15 heures après sa formation.

que, dans presque tous les cas, l'un des facteurs de la fibrine, la substance fibrinogène, se trouve dans les liquides séreux, et que toutes ces transsudations finissent par se coaguler lorsqu'on les additionne de sérum sanguin qui contient la *paraglobuline* (l'autre facteur de la fibrine d'après Schmidt). Mais l'expérience *ne réussit pas toujours*, et l'on est forcé d'invoquer alors la trop faible proportion de fibrinogène, l'altération du liquide, sa trop grande alcalinité, etc.[1].

Les exsudations des séreuses non enflammées sont moins riches en albumine, en sels, et en matières grasses et extractives, que le sérum sanguin et, en général, que le liquide des séreuses enflammées. On peut même dire que les sérosités ne se coagulent presque jamais spontanément, à moins qu'une inflammation de la séreuse dont elles exsudent ne les ait modifiées et rendues fibrineuses.

Chez le même sujet, les liquides recueillis au même instant dans diverses poches séreuses, n'ont pas la même composition. Leur richesse en matière albuminoïde est maximum dans la tunique vaginale, les plèvres et le péritoine, moindre dans le péricarde, moindre encore dans le tissu cellulaire, presque nulle dans les cavités cérébro-spinales. Chez le même individu, le liquide d'un même épanchement pris à des époques différentes n'a presque jamais une constitution identique. En général il est d'autant plus pauvre en matières albuminoïdes que les ponctions antérieures ont été plus nombreuses[2].

Dans les transsudations qui ont longtemps séjourné au sein des cavités séreuses, la proportion d'albumine augmente beaucoup et la quantité de sels diminue, ce qui s'explique en admettant que l'eau et les sels les plus dialysables, retournent dans le courant sanguin, tandis que les matières protéiques se concentrent dans le liquide transsudé.

Les exsudations produites à la surface des séreuses enflammées ressemblent assez au sérum du sang. Ces liquides sont plus

[1] On ne saurait admettre avec Schmidt, Kühne, et beaucoup d'autres physiologistes, que si la sérosité ne se coagule pas, c'est que les matières constituantes de la fibrine s'altèrent rapidement. En effet, dans beaucoup de cas, lorsqu'on a séparé le caillot fibrineux au tamis de soie, un nouveau coagulum se reproduit, et il peut se reformer ainsi pendant 2 ou 3 jours consécutifs. On ne saurait concéder aussi que si les sérosités ne donnent pas toujours de la fibrine, c'est qu'elles sont trop alcalines, car la neutralisation du liquide ne suffit pas pour le rendre coagulable.

[2] Becquerel et Rodier. *Chim. path.*, p. 511.

riches que les précédents, en matières albuminoïdes, mais plus pauvres que le sérum. Ils donnent spontanément une fibrine analogue à celle du sang, en quantité tantôt plus faible, tantôt plus grande que dans le sang lui-même. Cette substance peut se coaguler spontanément dans la cavité séreuse et y former des fausses membranes. Les autres matériaux sont ceux du sérum sanguin, mais dans d'autres proportions. Naunyn n'y a jamais rencontré ni créatine, ni créatinine, ni acide hippurique[1]. Si le liquide devient purulent, outre les globules de pus et quelquefois les dérivés des matières colorantes du sang, on y trouve, d'après ce dernier auteur, de la leucine, de la tyrosine, de la xanthine, mais pas d'acide urique, ni d'urée.

Enfin, Planer a extrait les gaz du sang de divers liquides séreux.

Constatation des principales substances des sérosités. — Lorsque les éléments de la fibrine se trouvent dans un liquide remplissant une cavité séreuse, cette fibrine se coagule spontanément au bout d'un temps plus ou moins long. Les sérosités pleurales et péricardiques en fournissent très-souvent. En se formant, la fibrine entraîne avec elle les cellules épithéliales, les granulations diverses, etc.

Le liquide d'où la fibrine s'est séparée, ou qui n'en a pas fourni, ayant été étendu de beaucoup d'eau, si on le traite par un courant d'acide carbonique, il se sépare toujours, d'après A. Schmidt, une substance floconneuse qui est le *fibrinogène*, substance qui communique au liquide la propriété de se coaguler quand on l'additionne de paraglobuline ou de sérum. (Voir t. I, p. 491.) La sérosité de l'hydrocèle est, en général, la plus riche en fibrinogène, puis viennent dans l'ordre décroissant celle du péricarde, de la plèvre, du péritoine, etc.

En additionnant le liquide, privé par la filtration des corps précédents, de quelques gouttes d'acide acétique on obtient un nouveau précipité formé de *caséine ou de corps analogues*. Il reste en solution de la *sérine* et souvent une substance à laquelle on a donné le nom d'*hydropisine* ou *métalbumine*, substance différant du *fibrinogène* en ce qu'elle n'est précipitée ni par l'acide carbonique, ni par l'acide acétique, et de la sérine par cette propriété qu'elle peut être séparée de ses solutions quand on les sursature de sulfate de

[1] *Arch. Anat. Phys.*, 1865, p. 166.

magnésie. Ce précipité lavé avec une solution concentrée du même sel, donne une solution un peu oléagineuse, mais non filante, coagulable par l'alcool qui lui fait perdre la propriété de se redissoudre dans l'eau, coagulable par la chaleur, les acides minéraux, l'acide phénique. Les solutions d'hydropisine seraient aussi précipitées par les carbonates alcalins. On voit que l'*hydropisine* de Gannal semble être la même substance que la *fibrine soluble* de Denis[1]. (Voir t. I, p. 494).

Après avoir séparé les principes précédents dont les quantités relatives sont très-variables, on trouve dans le résidu les matières grasses, la cholestérine, l'urée, etc., elles peuvent en être extraites par l'alcool. La cholestérine y existe quelquefois en abondante quantité.

Analyse des sérosités. — Pour faire l'analyse d'une sérosité on peut recourir à la méthode suivante. On évaporera au bain-marie, puis à l'étuve à 110°, de 50 à 100 grammes du liquide, tant qu'on pourra constater que le résidu diminue de poids. On obtiendra ainsi la quantité centésimale de *matières solides* ou *résidu fixe*, et l'on connaîtra l'*eau totale* par différence.

On calcinera ensuite dans un creuset bien couvert, d'abord très-lentement, puis vivement, les matières fixes résultant de l'évaporation précédente. Dès que la substance organique aura subi *la carbonisation*, on la broiera dans un mortier de porcelaine avec de l'eau chaude qui dissoudra tous les sels solubles. On versera le tout sur un filtre de papier Berzélius préalablement lavé à l'eau acidulée par l'acide nitrique, puis à l'eau pure. L'évaporation de la partie filtrée donnera le poids des *sels solubles*, on pourra par les méthodes ordinaires doser dans la liqueur le chlore, le sodium, les sulfates, les phosphates alcalins. Le charbon resté sur le filtre et le filtre lui-même seront calcinés à leur tour. On obtiendra comme résidu le poids des *sels insolubles*, phosphates, carbonates terreux, silice, déduction faite des quelques milligrammes de cendres du filtre, presque en totalité formées de silice et dont le poids est connu.

Pour doser les substances organiques de la sérosité, on séparera par le tamis de soie, après agitation avec un petit balai, la fibrine

[1] *Mém. Soc. biolog.*, 1857, p. 199. — Voir aussi Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*, t. III, p. 454. L'hydropisine n'existe ni dans le blanc d'œuf, ni dans le sérum, ni dans les urines albumineuses.

qui aurait pu se produire après quelques heures sous forme d'un caillot gélatineux, et pour être certain d'avoir enlevé tout le fibrinogène, on ajoutera quelques gouttes de sang pour déterminer la formation du caillot. Au bout de 24 heures, on le jettera sur un filtre, on le lavera à l'alcool et à l'éther, on pourra le détacher alors aisément et en bloc du filtre, on le placera dans une capsule de porcelaine tarée, on le séchera et le pèsera à part. Ce coagulum peut encore retenir, outre la fibrine, des épithéliums qui étaient en suspension dans le liquide, des globules de graisse, des cristaux de cholestérine, d'acide urique, d'urates, de phosphate ammoniaco-magnésien, ainsi qu'un peu de matière colorante. On enlèvera la graisse et la cholestérine par l'alcool bouillant mélangé d'éther, et ces deux substances seront séparées, s'il est nécessaire, comme il a été dit en parlant des matières extractives du sang (t. I, p. 549).

Au liquide filtré provenant de l'opération précédente on ajoutera quelques gouttes d'acide acétique qui coagulera les substances caséiniques et la mucosine s'il y en existe. On filtrera, lavera avec de l'eau, et séparera la caséine et les principes analogues par un petit excès du même acide.

Le liquide d'où l'on a isolé les substances ci-dessus contient, outre quelques sels et des matières extractives, de l'*albumine* et le plus souvent de l'*hydropisine*. On pourra se borner à les doser ensemble. Il suffira de coaguler la liqueur en la portant à 100°, de laver le coagulum à l'eau, à l'eau acidulée, à l'éther qui enlève un peu de graisse, de dessécher et de peser. En calcinant ensuite on aura le poids des cendres retenues qui, défalquées du résidu fixe, donneront le poids : *albumine + hydropisine*.

Si l'on veut doser à part ces deux substances, on sursaturera 250 grammes du liquide primitif par du sulfate de magnésie et l'on jettera la liqueur sur un filtre préalablement garni du même sel. L'hydropisine sera retenue, l'albumine filtrera; on lavera la partie restée sur le filtre avec une solution saturée de sulfate de magnésie, puis on dissoudra dans beaucoup d'eau tout ce qui n'a pu traverser le filtre et l'on coagulera cette liqueur à 100°. Le coagulum filtré, lavé et séché donnera le poids de l'hydropisine. L'albumine sera dosée de même dans le *filtratum* ayant passé à travers le sel magnésien.

La liqueur, d'où l'on a séparé par coagulation l'albumine, l'hydropisine et la fibrine, contient encore des substances albumi-

noïdes, des matières organiques diverses, et des sels minéraux. On l'évaporera, on la séchera et la pèsera. On connaîtra par calcination le poids des sels qui restent ; la différence avec le résidu total donnera le poids des *matières extractives*.

Les gaz s'extraient des sérosités par les moyens qui permettent d'obtenir les gaz du sang et s'analysent comme eux.

§ 2. — SÉROSITÉS PLEURALES [1].

Les liquides qui s'accumulent dans la plèvre pendant la pleurésie ou dans l'hydrothorax (*hydropisie des plèvres*), présentent des caractères très-variables suivant l'état phlegmasique ou non enflammé de la séreuse, caractères sur lesquels nous nous sommes, déjà expliqués plus haut d'une manière générale.

Les sérosités pleurales sont le plus souvent d'une couleur jaunâtre, un peu dichroïques, quelquefois rougeâtres si elles contiennent du sang, et dans certains cas couleur brun chocolat, lorsque ce sang, d'abord épanché avec abondance, s'est altéré peu à peu. L'odeur des exsudats séreux de la plèvre est fade ou légèrement alliacée. Leur consistance est un peu visqueuse. Le liquide de l'hydro-thorax est en général limpide, inodore et sans viscosité.

Les sérosités pleurales sont toujours alcalines, et quelquefois très-notablement.

Ces liquides varient de composition suivant l'état de la plèvre et les diverses constitutions pathologiques du sang. Ainsi, dans presque toutes les pleurésies aiguës, la sérosité, un peu après sa sortie du thorax, se prend en une sorte de gelée transparente fibrineuse qu'on peut séparer et laver sur un fin tamis de soie; cette sorte de coagulation spontanée se continue encore pendant trente-six à quarante heures, mais après huit à douze heures il ne se produit plus qu'une faible proportion de fibrine. On obtient pour les sérosités des pleurésies inflammatoires franches, $0^{gr},12$ environ de fibrine par litre. Si l'on fait plusieurs ponctions successives au malade tandis que son état s'améliore, la quantité de fibrine va en augmentant pour chacune des ponctions. Elle reste toujours au contraire de poids très-faible si l'état du malade empire. Dans

[1] Voy. sur les *Sérosités morbides* l'excellente thèse de M. Drivon, Montpellier, 1869, et le travail de M. Méhu dans *Arch. gén. de méd.*, juin et juillet 1872.

les cas où l'épanchement résulte d'une gêne dans la respiration, on ne recueille en moyenne que 0gr,5 de fibrine par litre (Méhu, *loc. cit.*) Dans les pleurésies très-graves, quand le malade s'affaiblit, on voit encore dans le liquide épanché dans les plèvres, diminuer la fibrine et même l'albumine. La première de ces substances peut tout à fait disparaître dans les liquides purulents et dans les cas de pleurésies tuberculeuses ou cancéreuses.

Abandonné au repos, le liquide retiré des plèvres donne toujours, outre son coagulum fibrineux transparent, un dépôt grisâtre formé d'épithéliums, de granulations moléculaires, et quelquefois de pus, de globules de sang ou de produits dérivant de leur altération. Dans quelques maladies, dans la leucémie, le diabète, etc., la sérosité pleurale est souvent rendue lactescente par des globules de graisse finement émulsionnée.

Outre la fibrine dont nous avons déjà parlé, les matières albuminoïdes contenues dans ces sérosités sont la sérine, l'hydropisine, la matière fibrinogène précipitable par l'acide carbonique, et quelques autres substances analogues mal connues.

Suivant Méhu, le résidu sec laissé par les sérosités extraites des plèvres pendant les pleurésies aiguës dépasse 50 grammes par litre (en moyenne 65 grammes). Sa densité est alors supérieure à 1,018. S'il y a obstacle à la circulation, cirrhose, maladie du cœur, le liquide épanché laisse moins de 50 grammes de résidu sec par 1000 centimètres cubes (moyenne 30gr,1). Dans ces cas, la densité de la liqueur est inférieure à 1,015. Si l'épanchement est sous la dépendance d'une affection spécifique, et de la formation dans l'économie de produits hétérologues tels que cancer, tubercule, la densité, etc., du liquide séreux est supérieure à 1,018.

Voici quelques-uns des résultats de M. Méhu. Ils sont tous relatifs à 1000 grammes de chaque liquide retiré des plèvres dans les pleurésies aiguës ou chroniques :

TABLEAU I. — **Pleurésies aiguës franches.**

Observations.	Malade A, 30 avril 1871 : 1985 gr. de liquide extrait.	Le même malade A, 3 mai 1871 : 1578 gr. de liquide extrait.	Malade B, 20 janvier 1872 : 3280 gr. de liquide extrait.	Malade B, 29 janvier 1872 : 2580 gr. de liquide extrait.	Malade C, 1460 gr. de liquide extrait.	Malade D, 468 gr. de liquide extrait.
Matières organiques. .	58gr,55	50,17	54,40	50,01	53,84	65,45
Matières minérales. .	8 ,02	8,01	8	8,05	8,15	9,05
Fibrine.	0 ,100	0,088	0,091	0,401	1,182	1.175
Résidu sec par kilogr.	66 ,57	58,18	62,40	58,06	61,99	74,73
Densité du liquide. .	1 ,025	1,021	1,022	1,02	1,019	1.021

TABLEAU II. — **Pleurésies chroniques.**

Observations.	Malade E, 8 mars 1871 : 1 kilogr. de liquide épanché.	Malade E, 25 mars 1871.	Malade E, 22 avril 1871 : 165 gr. de liquide épanché.	Malade F, 22 décembre 1871 : 3600 gr. de liquide épanché.	Malade F, 1er janvier 1872 : 1210 gr. de liquide épanché.	Malade G, 29 avril 1871 : 801 gr. de liquide épanché.	Malade G, 8 juillet 1871 : 812 gr. de liquide épanché.	Malade G, 3 janvier 1872 : 1575 gr. de liquide épanché.
	LIQUIDES NON FIBRINEUX, PURULENTS					ÉPANCHEMENTS DUS A UNE GÊNE DE LA CIRCULATION (HYDROTHORAX)		
Matières organiques. .	57,70	56,54	56.05	45,40	58,20	15.56	32,70	26.41
Matières minérales. .	8,79	8,55	8,85	8,70	8,0	8,90	9.0	8,40
Fibrine.	0	0	0	0	0	0.106	0,19	0,014
Résidu sec par kilogr.	66,49	65,07	64,90	52,10	66,20	24.46	41.50	34,80
Densité de la sérosité.	1,021	1,022	1,022	1,018	1,026	1,010	1,015	1.015

Les trois analyses suivantes, extraites de Becquerel et Rodier, sont relatives à une pleurésie devenant peu à peu chronique : la ponction *c* a été faite quelques jours après *b* et fort peu avant la mort ; il y avait alors du pus dans le liquide.

	a	*b*	*c*
Eau.	945.6	955	941
Fibrine.	1.09	0.91	0
Albumine.	47.5	52	42.2
Matières extractives et graisses. . .	6.0	6.0	7.2
Sels minéraux.	»	8	8.1

On voit que pour le même individu soumis à des ponctions successives, la proportion de matières minérales reste à peu près constante dans les sérosités, mais qu'il est loin d'en être de même pour la fibrine et les matières organiques en général[1].

§ 3. — SÉROSITÉ PÉRITONÉALE.

Dans l'ascite, on peut extraire du péritoine une liqueur un peu visqueuse, de densité variable depuis 1,005 jusqu'à 1,024, de couleur en général citrine, rarement jaune intense ou verte, quelquefois rouge ou brune s'il y a du sang, à odeur fade, à réaction légèrement alcaline ou plus souvent neutre. Ce liquide est presque toujours plus riche en eau que le sérum du sang (970 à 985 d'eau), beaucoup plus appauvri que lui en albumine et en matières solubles dans l'alcool et l'éther (0,50 de ces dernières substances pour 1000). Il laisse à peu près la même quantité de sels minéraux que le sérum sanguin, et contient une proportion moyenne de fibrinogène et de fibrine soluble. On y a quelquefois signalé la paralbumine que l'on observe plus particulièrement dans les kystes ovariens (*voir plus loin*), et une substance qui lui communique de la viscosité et qui se coagule par l'acide acétique. On peut y rencontrer aussi de l'urée (*Nysten*), quelquefois des traces à peine, dans d'autres cas jusqu'à 4 pour 1000, spécialement chez les albuminuriques. On y trouve encore de la cholestérine, de l'acide urique, de la xanthine, de la créatine, du sucre chez les diabétiques et dans certaines maladies du foie, enfin dans quelques circonstances des globules de graisse en suspension. Ils peuvent, mais très-rarement, être en si grande abondance qu'ils donnent au liquide ascitique l'aspect chyleux ou laiteux. Bergeret[2] a retiré de ces sérosités jusqu'à $16^{gr},07$ de graisses par litre.

La sérosité pleurale ne se coagule spontanément que dans des cas très-rares, à moins qu'il n'y ait inflammation du péritoine[3].

[1] Voir d'autres analyses dans le *Bull. Soc. chim.*, 1863, p. 341 (Analyses de C. Saintpierre), et *Journ. de pharm. et de chim.*, octobre 1868 (Analyses de E. Collin).

[2] *Journ. de l'Anat. et de la Physiologie*, novembre 1873.

[3] Le liquide de l'ascite, lorsqu'il y a obstruction des canaux hépatiques ou difficulté dans la circulation du foie, n'est pour ainsi dire que du plasma sanguin exsudé. Or, dans ces cas, cette sérosité ne se coagulant pas spontanément, ne paraît pas contenir les deux facteurs de la fibrine, qui dans la théorie allemande existeraient toujours dans le plasma sanguin, mais simplement la *substance fibrinogène* substance qui se rencontre seule en effet dans le liquide ascitique, sauf lorsqu'il y a inflammation du péritoine

Les sels sont en grande partie formés de chlorure de sodium, uni à un peu de bicarbonate de soude, de phosphate de chaux, de lactate de soude, etc.

Les analyses suivantes sont dues à Drivon (*loc. cit.* p. 67) :

COMPOSITION DE LA SÉROSITÉ DE L'ASCITE.

	Ascite causée par un cancer de l'ovaire.	Ascite causée par un cancer de l'ovaire.	Cirrhose du foie.	Cirrhose du foie.	Anémie des mineurs.
Eau.	946.50	910	978.2	956.4	967.5
Albumine. . .	19.40	57.91	11.51	32.91 (Albumine + Hydropisine)	21.75 (Albumine + Hydropisine)
Hydropisine. .	18.85	16.38	0.93		
Mucosine. . .	0.95	traces	1.05	1.15	0.40
Sels solubles .	5.52	14.45 (Sels solubles + insolubles)	8 2 (Sels solubles + insolubles)	6.06	7.63
Sels insolubles.	7.53			4.47	3.11
Matières solides	53.50	90	21.83	45.60	32.50
Densité. . . .	1017.9	1022 3	1011.6	1015	1014.2
Observations. .	Réact. neutre; viscosité légère, jaune clair.	Réact. neutre; très-visqueuse; trouble, verdatre.	Réact. neutre; peu visqueuse; citrine.	Neutre; trouble, jaune rosée.	Neutre; odeur putride légère limpide citrine.

Voici quelques analyses de ces sérosités dans la maladie de Bright :

	Simon.	*F. Hoppe*[1]. *a*	*F. Hoppe*[1]. *b*
Eau.	978.0	984.50	982.53
Albumine.	8.4	6.17	7.55
Graisses et cholestérine.	1.0	0.34	0.16
Extrait alcoolique.	0.5	0.24	0.56
Extrait aqueux.	1.7	0.67	1.12
Urée.	1.2	»	»
Carbonate de soude, phosphate de chaux.	1.2	8.46[2] (Carbonate … + Chlorure …)	8.15[3] (Carbonate … + Chlorure …)
Chlorure de sodium, lactate de soude.	6.8		

Lorsqu'il y a inflammation du péritoine, chez les malades atteints de néphrite aiguë, la sérosité ascitique peut au bout de 8 à 12 minutes, se coaguler spontanément par la production d'une fibrine rétractile qui a tous les caractères de celle du sang. 1000 grammes de cette humeur peuvent donner jusqu'à 8 grammes de fibrine. La sérosité de l'ascite devient alors quel-

[1] Les deux liquides *a* et *b* proviennent du même sujet. La ponction *a* a fourni 9 litres ; pression du liquide 25mm,5 de mercure ; la ponction *b*, vingt jours après, 14 litres ; pression du liquide, 25mm,5. Les sels étaient presque entièrement solubles.

[2] Sels solubles 8,50 ; sels insolubles 0,16.

[3] Sels solubles 7,99 ; sels insolubles 0,14.

quefois aussi riche en matériaux dissous que le sérum sanguin, et plus riche que lui en corps gras et en matières extractives. On peut aussi rencontrer souvent dans de tels liquides de nombreux globules de pus.

Voici les analyses, dues à Schérer, de sérosités recueillies dans le péritoine de sujets morts de *métro-péritonite*. La fibrine n'y a pas été dosée.

Eau.	909.79	905.74	966.10
Albumine.	48.17	32.46	»
Albuminate de soude. . . .	»	»	18.72
Graisses.	1.97	6.91	1.35
Matières extractives.	20.96	20.05	6.12
Pyine ou substances analogues.	9.90	10.42	»
Acide lactique.	»	1.50	»
Sels.	9.00	9.38	8.73
Pus et corpuscules divers. . .	»	14.67	»

Dans les cas d'insuffisance de la fonction rénale, le liquide retiré du péritoine peut se charger d'urée. Chez un ascitique agonisant qui n'urinait pas depuis trois jours, MM. Daremberg et Peter ont trouvé 90 grammes d'urée pour 15 litres. Chez un brightique atteint d'urémie depuis douze jours, ils ont obtenu 24 grammes d'urée pour 12 litres.

Les gaz retirés au moyen du vide d'un liquide ascitique ont donné par litre à Planer : Acide carbonique combiné $48^{cc},8$; acide carbonique libre $95^{cc},2$; azote $21^{cc},10$; oxygène $0^{cc},14$.

§ 4. — SÉROSITÉ PÉRICARDIQUE.

Elle renferme les mêmes éléments que le sérum. C'est un liquide en général presque incolore ou légèrement jaunâtre, un peu alcalin, pouvant chez les brightiques contenir jusqu'à 35 d'albumine pour 1000. Il est souvent spontanément coagulable. On y a trouvé de la cholestérine, de l'urée, de l'acide urique, du sucre, dit-on, chez les diabétiques et les albuminuriques; il peut contenir parfois un peu de sang. Des globules de pus et quelquefois des flocons fibrineux s'y rencontrent dans la péricardite aiguë. Chez les albuminuriques, la quantité d'albumine peut s'élever à 35 pour 1000. On n'a pas d'analyses de la sérosité épanchée durant la péricardite.

§ 5. — SÉROSITÉ DE L'HYDROCÈLE[1].

La densité de ce liquide oscille de 1,016 à 1,022. Sa couleur, généralement citrine, peut varier du jaune faible au jaune intense et au vert. Cette sérosité en général un peu visqueuse ne se coagule presque jamais spontanément. D'après Drivon, elle est neutre dans la majorité des cas.

Elle peut contenir de 10 à 45 et même 60 pour 1000 d'albumine ; une notable proportion de fibrinogène qui la rend aisément coagulable par l'addition de sérum sanguin ; quelquefois beaucoup de cholestérine (84 pour 1000, *Simon*) ; de l'acide succinique ; une trace d'urée, des matières colorantes biliaires, de l'inosite ; dans quelques cas des hématies épanchées et altérées, de couleur brunâtre, ainsi que des globules de pus. Enfin on peut y trouver des leucocytes, des globules graisseux et diverses cellules épithéliales. Ses sels sont surtout riches en chlorure de sodium mêlé de quelques phosphates.

Voici trois analyses de ce liquide :

	Simon.	*Percy.*	*Bechamp et Saintpierre* Liquide d'un hydrocèle double. côté droit.	côté gauche.
Eau	860.00	927.4	935.0	902
Albumine	48.50	59.2	52.1	52.1
Albuminate de soude (fibrinogène ?) et matières extractives.	6.88		6.40	6.40
Graisse	8.40	trace	0.60	0.80
Cholestérine				
Extrait alcoolique	2.50	1.2		
Extrait aqueux	?	2.2	»	»
Chlorure de sodium ; traces de sulfate et de phosph. de chaux.	72.52	6.0	7.0	9.6
Soude, chaux, avec acide phosphorique, carbonique, sulfurique, traces de fer	0.70	4.0	»	»

Les analyses suivantes sont dues à Drivon (*loc. cit.*, p. 49)

[1] Voy. Thèse de DRIVON, déjà citée, p. 54

Eau.	952.2	951.8	931.1
Albumine.. . . .	20.68	23.68	38.41
Hydropisine. . . .	11.36	9.24	15.34
Mucosine.	0.40	non dosée	0.93
Sels solubles. . .	13.86	9.89	8.21
Sels insolubles . .		3.84	5.45
Matériaux solides. .	47.82	48.23	68.91
Densité	1019.6	1018.7	1022.4
Observations. . . .	Couleur citrine; peu visqueuse limpide.	Neutre, couleur citrine; non visqueuse, limpide.	Limpide, viscosité faible; jaune intense; réaction neutre.

§ 6. — SÉROSITÉ HYDRO-OVARIQUE.

Ce liquide, de composition très-variable, peut être séreux et limpide, albumineux et filant, mais en général il est visqueux et brunâtre. Il contient toujours des matières albuminoïdes que la chaleur et l'acide acétique ne précipitent pas. On n'y a pas trouvé de mucine. Sa viscosité serait due à une substance albuminoïde spéciale, la *paralbumine*, substance qui paraît être simplement gonflée, mais non dissoute, dans un milieu albumineux contenant de la sérine et de l'hydropisine en petite quantité.

La *paralbumine* n'est précipitée ni par l'acide acétique, ni par le sulfate de magnésie comme l'hydropisine. L'alcool la précipite de sa solution aqueuse. L'acide acétique la gonfle et semble la transformer lentement. La paralbumine, même gonflée ou diluée dans une très-grande quantité d'eau, possède la propriété de s'étirer en longs filaments jouissant d'une certaine ténacité [1].

Les analyses suivantes sont dues à Drivon (*loc. cit.*, p. 73).

Analyses du liquide retiré de deux kystes ovariques.

Eau.	948.0	924.48
Albumine.	40.25	48.35
Hydropisine.	1.31	5.69
Mucosine..	»	11.23
Sels solubles.. . . .	3.40 [2]	3.35
Sels insolubles. . . .	3.99	1.80
Matières solides. . . .	52.00	75.52
Densité.	1018.0	1025.05
Observations.	Teinte chocolat; liq. neutre, un peu visqueuse.	Liq. brunâtre, trouble, un peu visqueuse; neutre.

[1] Elle me paraît surtout formée de *colloïdine*. Voir plus loin, *Kystes de l'ovaire*, et Livre VI°, *Dégénérescence colloïde*, ce qui est dit de cette substance.

[2] Contenant 2,31 de sel marin.

M. Méhu a publié des analyses intéressantes, quoique incomplètes, du liquide filant retiré des kystes de l'ovaire. Nous en reproduisons ici quelques-unes; elles se rapportent aux sérosités fournies par un même kyste ponctionné plusieurs fois à vingt sept jours d'intervalle en moyenne :

	I	II	III	IV	V
Eau.	952.48	953.25	948.81	956.40	957.50
Matières organiques.	38.52	37.60	43.34	35.30	34.45
Matières minérales. .	9	9.15	8.85	8.30	8.25

Dans les analyses de M. Méhu le poids du résidu fixe laissé par 1000 grammes de sérosité hydro-ovarique a varié entre 10 grammes et 109 grammes, contenant 2gr,6 et 100gr,2 de matières organiques. En moyenne la quantité de ces dernières substances oscille entre 35 et 63 grammes par kilogramme de sérosité. On voit que ce liquide est sensiblement moins riche en matières organiques que beaucoup d'autres humeurs analogues.

La présence de la paralbumine n'est pas constante dans les sérosités de l'ovaire.

Outre les substances précédentes on trouve quelquefois dans le liquide hydro-ovarien d'abondantes paillettes de cholestérine. On y a signalé une seule fois l'allantoïne et l'acide oxalique.

§ 7. — SÉROSITÉ DE L'ŒDÈME DU TISSU CELLULAIRE.

Cette sérosité se produit de la façon suivante : Une humeur séreuse envahit les éléments cellulaires, dont les granulations et le noyau persistent mais sont séparés par un intervalle de plus en plus grand; la cellule se distend, devient plus claire, son enveloppe s'amincit et quelquefois se déchire ou même disparaît; il peut se faire alors que le contenu des cellules voisines se confonde et qu'une sérosité diffuse soit comme infiltrée entre les cellules, ou bien, comme dans le cas du paragraphe suivant, il peut se former des vésicules, des bulles, etc., à la surface de la peau.

Ce liquide peut être constitué par une simple solution aqueuse de sels, et surtout de chlorure de sodium, contenant une faible proportion d'albumine (3 à 7 pour 1000). On y trouve quelquefois des globules de graisse, de l'urée chez les albuminuriques.

On n'y a pas signalé de fibrine. Les matières minérales sont celles du sérum sanguin en proportion égale ou supérieure.

Voici deux analyses de cette sérosité à l'état d'infiltration dans le tissu conjonctif[1] :

	Heller.	*Hoppe.*
Eau.	975.2	982.17
Albumine.	5 42	5.64
Graisses, matières extractives, urée.	3.76	5.19
Sels minéraux.	15.62	9.00

On trouve des bactéridies dans le liquide œdémateux de la pustule charbonneuse (*Raimbert*) et des bactéries spécifiques dans celui de la pustule variolique (*Coze* et *Feltz*).

§ 8. — SÉROSITÉS DU VÉSICATOIRE, DES BULLES, ETC.

Le liquide jaune ambré, non visqueux, rarement trouble, légèrement alcalin, qui remplit l'ampoule du vésicatoire, est très-analogue au plasma du sang, et coagulable comme lui grâce à la fibrine qu'il contient. Wurtz y a rencontré du sucre chez les diabétiques. Dans les pustules de la variole, de l'ecthyma, de l'impétigo, on trouve aussi un liquide alcalin, faiblement fibrineux, de l'albumine coagulable par la chaleur, différentes matières albuminoïdes peu étudiées, et des globules blancs très-petits.

Les sérosités des bulles du pemphigus et du rupia sont très-pauvres en fibrine et en matériaux solides.

Ces derniers liquides présentent souvent la propriété de déterminer par leur inoculation à d'autres sujets une affection semblable.

§ 9. — LIQUIDE DE L'HYDROPISIE CÉPHALO-RACHIDIENNE.

Ce liquide, très-différent des précédents, aurait toujours la même composition, d'après Magendie, dans l'état normal et dans les états pathologiques où il devient très-abondant; il varierait seulement par sa quantité. Celle-ci s'accroît dès qu'augmente la réplétion des lymphathiques.

[1] *Sérosité de l'œdèmes des pieds.* — L'analyse de Hoppe se rapporte à l'œdème des pieds d'un malade atteint de maladie de Bright.

La liqueur céphalo-rachidienne est limpide, citrine, à réaction alcaline, très-appauvrie en matières fixes. Elle louchit à peine lorsqu'on la chauffe. Si on la fait longtemps bouillir elle finit par déposer quelques flocons albuminoïdes. Elle contient de 0,5 à 1,5 pour 1000 de substances protéiques. On y trouve aussi une trace de graisses, souvent une faible quantité de cholestérine, un principe mal déterminé réduisant l'oxyde de cuivre, inactif sur la lumière polarisée et non fermentescible (*Bussy*) : enfin quelques sels, mais surtout du chlorure *de potassium*. Le liquide de l'hydrocéphalie peut laisser de 10 à 15 pour 1000 de résidu fixe.

Voici deux analyses de sérosités épanchées dans l'hydrocéphalie aiguë et celle d'un liquide limpide qui s'écoulait goutte à goutte de l'oreille d'un jeune homme à la suite d'une fracture du crâne.

	Mulder.	*Marchand.*	*Méhu.*
	Hydrocéphalie.	Hydrocéphalie.	Fracture du crâne.
Eau.	989.997	986.54	989.02
Albumine.	0.549	1.10	1.58
Graisses et cholestérine.	0.070	0.05	} 0.40
Extrait alcoolique et lactate de soude.	2.538	2.10	
Extrait aqueux (moins les sels). . .	»	0.13	
Chlorure de sodium et de potassium.	6.553	7.87	} 9.2
Phosphates terreux.	0.090	0.10	
Sulfate de potasse et de soude. . .	0.146	} 0.11	
Chlorhydrate d'ammoniaque. . . .	0.057		

Le liquide analysé par M. Méhu au 5[e] jour de l'accident s'était écoulé plus abondamment les jours précédents. Il était très-alcalin; aussi la chaleur ne le coagulait-il que lorsqu'il avait été additionné d'acide acétique. Il ne contenait ni sucre, ni urée.

Dans l'encéphalite, la méningite, l'hydrocéphalie aiguë, le liquide céphalo-rachidien peut tenir en suspension d'abondants globules de pus et prendre même, grâce à ces leucocytes, une consistance semi-solide.

§ 10. — LIQUIDE DE L'HYDARTHROSE ; DU RHUMATISME BLENNORRHAGIQUE.

Je donne ici quelques analyses sommaires des liquides de l'hydarthrose (I et II) et de l'arthrite blennorrhagique (III). Elle sont encore dues à M. Méhu.

	I	II	III
Matières organiques. . . .	50.2	53.45	60.44
Matières minérales. . . .	8.0	10.55	8.60
Eau.	941.8	936.00	920 96
	1000.0	1000.00	1000.00
Densité à 14°	= 1.018	1.021	1.023(à 20°)

Le liquide III retiré d'une articulation affectée d'arthrite blennorrhagique était alcalin et contenait de la mucine, ce qui le rapproche du liquide des arthrites traumatiques.

CHAPITRE II

EXSUDAT PURULENT

§ 1. — DU PUS EN GÉNÉRAL.

La matière de consistance crémeuse, blanc-jaunâtre, opaque, qui se produit à la surface ou au sein des tissus enflammés en état de suppuration, porte le nom de pus.

Le pus de bonne nature, ou *pus louable*, est formé de deux parties : d'une substance fluide ou *plasma*, et de *corpuscules* à forme déterminée qui nagent dans le liquide. C'est à eux que le pus doit son opacité.

La partie liquide du pus ne paraît être autre chose qu'un exsudat constitué par le plasma nutritif qui baigne les tissus et provient des vaisseaux, modifié peu à peu par le travail inflammatoire et le contact de l'air.

Les corpuscules du pus sont surtout formées de globules ou cellules auxquelles on a donné le nom de globules purulents; ils sont très-analogues, sinon identiques, aux globules blancs du sang. D'après Conheim ces globules seraient extravasés des vaisseaux sanguins qu'ils traverseraient pendant l'inflammation. Mais ces observations ont été infirmées par des travaux postérieurs d'où il semble résulter que les globules purulents dérivent de la nutrition exagérée et de la prolifération des noyaux embryo-

plastiques ou cellules plasmatiques des tissus enflammés et spécialement du tissu conjonctif[1].

Le pus de bonne nature est épais, blanc jaunâtre, d'une saveur douceâtre ou rarement salée, d'une odeur fade. Sa réaction est neutre ou très-légèrement alcaline[2]. Sa densité varie de 1,020 à 1,040, en moyenne 1,032 (*Pearson*). Il ne donne jamais spontanément de caillots fibrineux. Mais toutes ces propriétés générales peuvent varier dans des proportions fort étendues. Les tissus sous-jacents peuvent fournir ou enlever au pus formé une certaine quantité de sérum et diminuer ainsi ou augmenter sa consistance. Le pus peut, du reste, subir à l'air diverses altérations, devenir acide ou très-alcalin, ou même se putréfier avec dégagement d'hydrogène, d'ammoniaque, d'hydrogène sulfuré, et d'hydrogène phosphoré[3]. Les globules qu'il tient en suspension, naturellement contractiles, peuvent perdre cette propriété, se gonfler, s'entourer d'une fine membrane, se dissocier, leurs noyaux se créneler, etc. Dans les abcès complétement clos, on observe quelquefois la résorption presque complète, et souvent très-rapide du sérum, du pus d'où résulte cet épaississement auquel on a donné le nom de *métamorphose caséeuse du pus*. Il ne reste alors de celui-ci que les corps primitivement en suspension dans le plasma, et spécialement les globules purulents qui peuvent subir ensuite la transformation graisseuse ou la calcification. On peut aussi trouver dans les abcès froids de longue date un pus glutineux quoique non fétide ou ammoniacal.

Le pus peut se présenter à l'état pur, *pus phlegmoneux*, ou mélangé à du mucus comme dans le catarrhe des membranes muqueuses, ou bien accompagné d'exsudats fibrineux ou séreux, de sang, de suc cancéreux, etc.

Le pus des affections telles que la syphilis, la variole, la pustule

[1] Voir à ce sujet les recherches de MM. Duval et Straus dans *Arch. de Physiol.*, 1872, p. 168 et 351. Voir aussi l'article Leucocyte du *Dictionnaire encyclop. des sciences méd.*, 1867, p. 267. — Cornil et Ranvier admettent deux modes de formation des globules de pus : 1° par prolifération des éléments cellulaires, 2° par sortie des globules blancs hors des vaisseaux. Mais pour ces auteurs ce dernier *processus* n'est pas encore bien démontré. Hayem et Vulpian adoptent, d'après leurs expériences, l'opinion de Conheim.

[2] On la trouve, dans quelques cas, légèrement acide grâce sans doute à un peu d'acide butyrique ou lactique, qui paraissent dus à un commencement d'altération.

[3] Il contient le plus souvent alors des vibrions en quantité innombrable. Le pus, même très-ancien, qui s'est formé sous les *bandages ouatés* de M. Alph. Guérin ne contient pas ces microphytes et ne dégage pas d'odeur putride.

maligne ne diffère que par sa spécificité, mais non par sa constitution histologique et chimique, du pus phlegmoneux.

Il est, dans bien des cas, fort difficile de séparer, soit par le repos, soit par la filtration, une notable quantité de sérum des globules que le pus tient en suspension. Aussi allons-nous dire tout de suite le peu que l'on sait sur le sérum et les corpuscules purulents considérés à part pour faire ensuite dans le paragraphe suivant l'étude chimique mieux connue du pus tout entier.

Le pus phlegmoneux abandonné au repos se sépare au bout de quelques heures en deux couches ; l'une inférieure crémeuse, qui contient les globules et les corps solides du pus, l'autre opalescente qui constitue le sérum. Quant on filtre du pus on obtient aussi, quoique avec difficulté, un liquide clair, légèrement ambré, alcalin, coagulable par la chaleur et ressemblant beaucoup par ses propriétés et sa constitution au sérum sanguin. Il contient en dissolution une matière albuminoïde précipitable par l'acide carbonique (*Matière fibrino plastique*, de Schmidt), de la caséine, de la fibrine soluble de Denis (voir plus bas), de l'albumine du sérum, et d'après Hoppe-Seyler, un peu de myosine ou d'une substance analogue que l'eau précipite[1] ; suivant Bœdeker, de la chondrine et de la gélatine dans le pus des abcès par congestion ; de la lecithine, de la cholestérine, des savons à acides gras ; pas d'urée d'après Delore ; pas de sucre, si ce n'est peut être dans le pus des diabétiques ; des matières extractives et des sels qui sont ceux du sérum sanguin, phosphates, carbonates, chlorures de sodium et de potassium et quelques sels terreux. Nous reviendrons sur chacun de ces corps à propos du pus tout entier.

Voici d'après le *Traité des humeurs*, de Ch. Robin (2ᵉ édit.), p. 393, la composition de 1000 parties de sérum du pus.

Eau	937.86 à	970.55
Chlorure de sodium	3.11	4.66
Phosphate de soude	traces	2.22
Phosphates terreux et ammonio-magnésien	0.50	2.20
Sulfates et carbonates de soude et de potasse	1.87	3.11
Sels de fer et silice	0.16	0.96
Sels à acides organiques[2]	traces	1.00
Leucine, tyrosine, principes extractifs	15.00	20.00

[1] *Phys. Chem. Analyse*, p. 363.

[2] Par la distillation du pus avec l'acide tartrique, Fischer en a retiré des acides formique, butyrique et valérique.

Séroline	1.00	8.30
Cholestérine	3.50	10.00
Corps gras et savons	10.00	19.00
Lécithine	6.00	10.00
Métalbumine et sérine	11.00	48.00

En somme la composition du sérum du pus est fort différente de celle du plasma sanguin, tout en contenant en grande partie les mêmes principes.

Les éléments figurés du pus sont : Les *corpuscules propres du pus*, des noyaux libres, des granulations diverses, et des débris de tissus enflammés. *Les corpuscules du pus* (*fig.* 69), ressemblent entièrement aux globules blancs du sang ; toutefois ils sont parsemés de granulations brillantes en quantité plus grande qu'on ne le voit dans les leucocytes, et leurs noyaux sont plus nombreux ; enfin, ces corpuscules sont plus volumineux que les globules blancs contenus dans les vaisseaux sanguins. Dans le pus récent, ils sont doués de mouvements amiboïdes actifs de contraction et de rétraction. Nous rappellerons ici que l'acide acétique très-dilué gonfle et rend transparente l'enveloppe et le protoplasma de ces corpuscules et en fait nettement apparaître les noyaux souvent multiples (voir *fig.* 69, *b*), noyaux que les alcalis et les carbonates alcalins dissocient, gonflent, et semblent dissoudre[1].

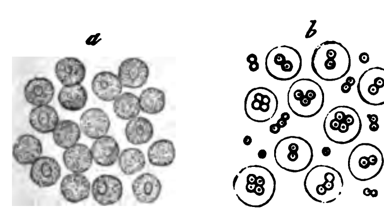


Fig. 69. — Globules de pus. *a*, globules normaux *b*, globules traités par l'acide acétique dilué.

Le pus phlegmoneux de l'urine de bonne nature contient en poids de 170 à 260 pour 1000 de leucocytes ; le pus séreux, à peine trouble, de certains abcès n'en donne que 25 à 30 pour 1000. Il est alors inapte à bien nourrir les leucocytes et à permettre la re-

[1] Suivant Miescher, ce noyau est spécialement formé par une substance à laquelle il a donné le nom de *nucléine*. Elle est insoluble dans l'eau, les acides, les sels neutres, et la pepsine aidée des acides très-dilués ; elle est soluble dans les alcalis et les carbonates alcalins. Elle contient du soufre et du phosphore en grande quantité. La nucléine a été observée aussi dans les cellules hépatiques. Elle reste comme résidu quand on traite ces cellules par l'acide acétique. Elle paraît exister aussi dans les muscles et dans beaucoup de tissus. C'est une de ces substances mal déterminées auxquelles on s'empresse souvent, en Allemagne, de donner un nom, ce qui ne suffit pas pour en faire un principe défini, mais c'est l'étiquette du sac.

production aisée des cellules nouvelles destinées à reconstituer les tissus. Cet état du pus arrive souvent à la suite d'un frisson ou d'un trouble survenant dans la marche de la maladie.

Les substances qui coagulent l'albumine, telles que les sels métalliques, la teinture d'iode, l'alcool, rendent opaque les globules de pus. Ceux-ci contiennent en effet des matières albuminoïdes parmi lesquelles Hoppe-Seyler a signalé un principe possédant plusieurs des propriétés de la myosine[1]. On le sépare en filtrant rapidement le pus, lavant à l'eau ce qui reste sur le filtre, et le délayant alors dans une solution de sel marin au dixième. On obtient par filtration une liqueur visqueuse d'où l'eau, ajoutée en excès, précipite des flocons analogues à ceux que donne le tissu musculaire pareillement traité.

Dans les abcès profonds les corpuscules propres du pus peuvent subir la dégénérescence graisseuse ou l'infiltration calcaire.

A côté des corpuscules du pus on trouve dans ce liquide les noyaux libres de ces corpuscules, le plus souvent modifiés et crénelés ; ils paraissent provenir d'une altération du globule purulent.

Nous extrayons encore du *Traité des humeurs*, de Ch. Robin, 2e édit., p. 391, l'analyse suivante des globules du pus à l'état humide :

Eau pour 1000 parties de globules humides.	790
Substances organiques formant la masse du leucocyte.	140
Albumine.	traces
Graisse rouge unie à du phosphate de chaux.	6.00
Lécithine.	7.20
Oléine, margarine, stéarine.	6.30 (environ)
Cholestérine.	3.50
Séroline.	3.45
Sels à acides organiques.	non dosés
Sels mineraux solubles et insolubles. . . .	43.50
Fer faisant partie de principes indéterminés.	traces.

On trouve en outre dans le pus de fines granulations de moins de un 500e de millimètre de diamètre, tantôt isolées, tantôt par groupes : une partie de ces granulations est de nature graisseuse, une autre est formée de matières protéiques. Enfin, on y

[1] Cette assertion a été contredite.

constate parfois la présence accidentelle de globules rouges du sang, de cellules épithéliales, de détritus organiques des tissus, de flocons de matière fibrineuse, de monades et de vibrions, de lamelles de cholestérine, de corps gras en aiguilles cristallisées, et de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien lorsque le pus a subi la fermentation ammoniacale.

§ 2. — DES DIVERS MATÉRIAUX DU PUS.

Après avoir indiqué la constitution du pus, et dit ce que l'on sait de particulier sur son sérum et sur les corpuscules qu'il tient en suspension, revenons *au pus tout entier* auquel se rapportent la plupart des analyses et des travaux publiés, et examinons la nature de ses divers matériaux.

Lorsqu'on dessèche du pus à 100°, il donne un résidu fixe dont le poids est extrêmement variable. En général le pus de bonne nature laisse de 110 à 150, en moyenne 127 parties, de substances sèches et par conséquent de 890 à 850 d'eau pour 1000[1]. Mais le poids du résidu fixe est très-variable; il oscille entre 80 et 250 millièmes, et peut même dépasser cette dernière proportion quand le pus a subi la transformation caséiforme dans les abcès profonds.

Les matières que l'on peut extraire du pus tout entier sont : 1° des substances de nature albuminoïde ; 2° des graisses et des savons alcalins ; 3° du protagon, de la lécithine, de la cholestérine ; 4° des matières extractives qui proviennent de la désassimilation des divers tissus ; 5° des sels.

Les composés protéiques qui se trouvent dans le pus sont les suivants :

(*a*) — La substance à laquelle on a donné le nom de paraglobuline, substance dissoute dans le sérum, et que l'on peut extraire du pus en étendant celui-ci de beaucoup d'eau, filtrant, et faisant passer à refus dans la liqueur de l'acide carbonique qui précipite la paraglobuline.

(*b*) — Une substance qui pour Denis n'est autre que de la fibrine soluble, à laquelle P. Gannal a donné le nom d'*hydropisine*, et que nous avons appris à séparer des sérosités (p. 453).

[1] Moyenne de 11 analyses, 873.

On l'obtient avec le sérum du pus en le précipitant par le sulfate de magnésie, filtrant, lavant ce qui reste sur le filtre avec une solution concentrée du même sel ; le résidu magnésien étant alors redissous dans l'eau donne unr liqueur à peine louchie par l'acide acétique, ce qui démontre l'absence de la *pyine*, de la matière *fibrino-plastique* et de la *caséine*, On précipite cette solution par un excès d'alcool, on lave les flocons qui se forment, et l'on obtient ainsi l'hydropisine à l'état insoluble[1].

(*c*) — Une matière très-analogue et probablement identique à la sérine du sérum sanguin, matière coagulable par l'acide nitrique et par la chaleur à 74°, et déviant à gauche le plan de la lumière polarisée.

(*d*) — Quand ces substances ont été ainsi séparées soit par le sulfate de magnésie, soit par la chaleur, si l'on filtre on obtient une liqueur qui précipite par l'acide acétique faible ; cette coagulation est donc due à une matière protéique analogue à la caséine, ou peut-être à de l'albumine ordinaire tenue en dissolution et incoagulable même à 100°, grâce à l'alcalinité de la liqueur. Enfin nous avons vu au paragraphe précédent que le sérum contenait d'après Hoppe un peu de myosine qui probablement provient des globules purulents dissociés; mais cette dernière observation a été contredite.

(*e*) — On n'a pas trouvé de mucine dans le pus du tissu cellulaire, mais l'on a dit que, dans celui des abcès par congestion, on a signalé la présence de la gélatine et de la chondrine (*Bödecker*) que l'on retrouve dans le liquide après la coagulation de toutes les autres matières albuminoïdes par la chaleur et l'acide acétique. Il est probable que ces deux substances collagènes dérivent du tissu cellulaire ou des globules purulents eux-mêmes.

Le pus contient des corps gras, en partie à l'état de graisses, en

[1] On a signalé autrefois dans le sérum du pus une matière albuminoïde spéciale à laquelle Gütterbock a donné le nom de *pyine*, substance soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool concentré précipitable par l'alun, différant de l'albumine en ce que sa solution précipite par l'acide acétique, tandis qu'il n'en est pas de même de l'albumine ; se distinguant de la caséine en ce que la pyine précipitée par l'acide acétique ne se redissout pas dans un excès d'acide ; elle ne peut être confondue avec la gélatine qui ne précipite ni par l'acide acétique, ni par l'alun. Le prussiate jaune de potasse ne précipite pas la pyine ; si l'on ajoute à ce dernier mélange de l'acide chlorhydrique il se fait un trouble qui disparaît presque aussitôt. La pyine s'extrait en épuisant le pus par l'alcool, reprenant le résidu par l'eau, qui dissout cette substance, que l'on peut alors précipiter par l'acide acétique.

La pyine de Gütterbock paraît être un mélange d'hydropisine et de sérine.

partie à l'état de savons alcalins. Les graisses sont formées de globules d'oléine et de margarine que l'éther peut dissoudre, les savons consistent dans un mélange d'oléate, de margarate et d'un peu de stéarate de soude. 100 parties de pus desséché donnent de 9 à 26 parties de savon animal. H. Fisher[1] n'ayant pu obtenir par la distillation du pus normal avec de l'acide tartrique aucun acide gras libre, en a conclu qu'il n'existe dans le pus d'autres corps gras que ceux qui dériveraient de la décomposition du protagon, conclusion qui paraît ne tenir compte, ni de l'énorme quantité de savons à acides gras signalés par les précédents auteurs, ni du peu de volatilité des acides gras. Le pus devenu spontanément acide, ou putréfié, donne par sa distillation avec l'acide tartrique, des acides formique et butyrique, mais ceux-ci paraissent être des produits de décomposition.

Depuis longtemps on a signalé dans le pus des substances solubles dans l'alcool chaud, en partie précipitables par le refroidissement, et dans lesquelles on a reconnu, outre les matières grasses extractives habituelles et la cholestérine, ces corps phosphorés d'apparence grasse (*protagon*, *lécithine*, etc.) que l'on retire du cerveau et du sang soumis au même traitement.

La cholestérine se précipite souvent dans le pus lui-même, surtout dans les vieux abcès, sous forme de tables rhomboïdales brillantes, solubles dans l'éther et l'alcool. 100 de pus desséché en contiennent de 5 à 12 parties. Gütterbock en a signalé jusqu'à 3,57 pour 100 dans le pus frais de la cavité articulaire du genou.

Les graisses phosphorées du pus se précipitent lorsque l'extrait alcoolique sec est mis à refroidir. On donnait autrefois au mélange de ces divers corps le nom de *séroline*. On les obtient en triturant le pus avec du sable, l'épuisant avec de l'éther chaud, reprenant par l'alcool bouillant le dépôt qui se forme dans l'extrait éthéré, et laissant refroidir. La matière phosphorée se dépose alors et peut même cristalliser.

Les matières extractives du pus sont extrêmement nombreuses. Outre les substances précédentes, on y a signalé, dans quelques cas, de la tyrosine, de la leucine, de la xanthine, de l'urée, du sucre, de la pyocyanine (voir plus bas : *pus bleu*), de la biliru-

[1] *Med. Centralbl.*, 1865, p. 225.

bine, quelquefois des acides biliaires chez les ictériques, du sucre chez les diabétiques seulement, de l'acide urique, de l'acide chlorrhodinique dans le pus des nécroses dues au phosphore (*Boedecker*). Enfin, on a trouvé encore dans le pus, quoique rarement, des matières orangées ou brunes qui ne dérivaient pas de celles de la bile. En général le dosage de ces diverses substances n'a pas été fait par les auteurs.

Les matières minérales du pus forment de 4 à 10 pour 100 de son résidu fixe. Elles contiennent elles-mêmes près des 3/4 de leur poids de chlorure de sodium[1]. Les autres sels sont très-analogues à ceux du sérum sanguin, mais plus riche qu'eux en sels de potasse. Ils contiennent un peu de phosphates de chaux et de magnésie, des sulfates et carbonates alcalins et alcalino-terreux, ainsi qu'une petite proportion de peroxyde de fer. Le produit de l'incinération est rendu acide par de l'acide phosphorique qui dérive de l'oxydation du phosphore des matières grasses phosphorées.

§ 3. — DES PUS COLORÉS.

Comme on l'a dit plus haut, on trouve quelquefois dans l'ictère du pus coloré par les pigments biliaires, et pouvant contenir les divers autres matériaux de la bile. Mais on rencontre de temps à autre des pus colorés variant du jaune au jaune-orangé et au brun, et qui ne présentent pas trace de matières colorantes biliaires; on n'y a pas signalé d'hématoïdine. La cause de ces colorations reste donc inconnue. Quant aux pus rougeâtres ou rouges, ils contiennent ou des globules rouges extravasés, ou de l'hémoglobine, ou de l'hématine.

Les *pus bleus ou verts* paraissent devoir cette coloration à diverses causes. Mery, Lücke et d'autres auteurs l'attribuent à un vibrion coloré qui serait transporté de l'extérieur et teindrait les bandages tantôt en bleu, tantôt en vert, sans que le pus lui-même jouisse réellement de cette singulière couleur[2]. Suivant Chalvet et Lücke, ce vibrion peut se propager d'une plaie à une plaie voisine. Un pus épais et une sécrétion abondante s'opposent

[1] Le sérum du pus est, d'après Nasse, 2 à 3 fois plus riche en chlorure de sodium que celui du sang, et contient aussi une plus grande quantité de phosphates.

[2] LÜCKE, *Arch. f. klin. Chir.*, 1862, t. III, p. 135.

à son développement, sa présence ne paraît avoir aucun effet nuisible sur la marche de la maladie. La facilité avec laquelle on peut développer la coloration bleue ou verte sur les plaies auxquelles on a ajouté quelques gouttes de pus bleu, vient à l'appui de l'opinion des précédents auteurs, sans qu'on ait le droit de dire pour cela que toutes les suppurations bleues soient dues à la cause qu'ils invoquent. On a d'ailleurs, comme nous allons le voir, extrait des pus bleus ou verts divers principes définis cristallisables.

Pyocyanine; pyoxanthose. — Suivant Fordos[1] on peut, grâce à la méthode suivante, extraire à l'état de pureté la matière colorante du pus bleu. Les bandages imprégnés de ce pus sont humectés d'alcool légèrement ammoniacal. Le liquide que l'on en retire par compression est filtré, concentré et de nouveau filtré. Le *filtratum* est agité avec du chloroforme qui dissout la matière colorante, et la solution chloroformique est légèrement acidulée par l'acide sulfurique étendu jusqu'à ce qu'elle ait passé au rouge. Il se forme, peu à peu, une couche aqueuse rougeâtre que l'on sépare ; on la traite par de l'eau de baryte, jusqu'à la réapparition de la couleur bleue et l'on filtre. Le *filtratum* est de nouveau agité avec du chloroforme, et cette dernière dissolution est abandonnée à l'évaporation lente. La matière colorante bleue cristallise alors sous forme d'aiguilles ou de lames rectangulaires. Elle a reçu de Fordos le nom de *pyocyanine*. Cette substance est soluble dans l'eau, l'alcool, le chloroforme. Elle rougit par les acides, et redevient bleue par les alcalis. Dissoute dans l'eau et les acides dilués elle est assez fixe, mais en solution chloroformique elle passe successivement du bleu au vert, puis au jaune. Le chlore, l'acide nitrique concentré, l'ozone, la détruisent.

Dans le chloroforme d'où l'on a séparé la pyocyanine par cristallisation, se trouve une substance jaune provenant, sans doute, d'une altération de la matière précédente et que l'on obtient en laissant évaporer spontanément la solution chloroformique préalablement privée de graisses. Elle se présente quelquefois en petits groupes d'aiguilles microscopiques. Elle est très-peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine. Les acides la rougissent, les alcalis la colorent en violet. Fordos lui a donné le nom de *pyoxanthose*.

[1] Fordos, *Comp. rend. Acad. sc.*, t. LVI, p. 1128.

Autres matières colorantes des pus bleus. — On a signalé encore, dans certaines suppurations bleues, la présence de la *vivianite* ou *phosphate triferreux* $3FeO,P^2O^5,8H^2O$, qui serait un véritable produit d'exsudation de certaines plaies (*H. Schiff*), et l'*indigo bleu* qui est un dérivé de la matière colorante jaune des urines normales[1].

§ 4. — MÉTHODES D'ANALYSE ET TABLEAUX DE LA COMPOSITION DU PUS.

Méthodes d'analyse. — (*A.*). *Dosage séparé du poids des corpuscules de pus à l'état humide, du sérum, et de leurs matériaux.* — Voici comment je propose d'opérer. Le pus que l'on veut analyser sera pesé et versé sur un filtre de fort papier-Joseph taré sans dessication préalable, mouillé ensuite, et placé dans un entonnoir au-dessous duquel on fait un vide partiel, afin que le sérum puisse tout entier s'écouler plus aisément. On l'entraînera en lavant à deux reprises les globules restés sur le filtre, avec un poids connu d'eau distillée, égal à deux fois environ le volume du pus total. Le sérum ayant été ainsi séparé, ses divers principes seront dosés par la méthode exposée pour faire l'analyse des *sérosités* (p. 452), et si l'on veut être complet, on séparera les diverses substances albuminoïdes, comme il est dit ci-dessus (p. 470).

Pour connaître la quantité d'eau que les lavages ont introduit dans ce sérum, on filtre à part une petite quantité du même pus, on recueille, sans lavages, quelques grammes de son sérum, et on l'évapore. On obtiendra ainsi la quantité de résidu fixe que le sérum pur laisse par son évaporation. La même opération faite parallèlement avec un poids connu de sérum dilué, permet de connaître la quantité d'eau dont celui-ci a été étendu par les lavages, et comme on a noté la quantité totale d'eau employée, on aura par différence le poids de celle qui est restée interposée aux globules humides retenus par le filtre, et par conséquent celui de ces globules humides eux-mêmes. Ce poids peut, du reste, être déduit du poids total du pus employé, diminué de celui du sérum total dosé comme il vient d'être dit.

[1] Voir à ce sujet B. HERAPATH, *Brit. Assoc.*, *Trans.*, 1864, p. 124.
Voir aussi sur les causes de la suppuration bleue les mémoires de ROUCHER, *Compt. rend.* et *mém. Soc. biolog.* Paris, 1850, p. 80 ; DELORE, *même recueil*, 1863, p. 57, et SÉDILLOT, *même recueil*, 1850, p. 73.

Les matériaux solides du pus, restés sur le filtre, seront ensuite dosés de la manière suivante : on détachera du filtre la majeure partie des globules qu'il contient, on la pèsera et l'on notera la quantité d'eau de lavage interposée, calculée comme il vient d'être dit, on desséchera cette partie à basse température, puis dans le vide. Il restera un résidu sec (*a*), dont le poids, ajouté à celui de l'eau interposée, permettra de connaître en le retranchant du poids total de la matière restée sur le filtre le poids de l'eau de constitution des globules humides.

Le résidu sec (*a*) sera pulverisé, repris par de l'éther qui dissoudra la cholestérine et une petite quantité de corps gras. On évaporera cette solution, après l'avoir légèrement acidulée, et on traitera de nouveau par de l'éther froid qui laissera un léger résidu (*b*), et dissoudra la cholestérine que l'on pourra faire cristalliser.

Le résidu (*b*) sera traité par de l'alcool bouillant, et cette solution alcoolique ajoutée au résidu principal (*a*), devra être épuisé alors par de l'alcool très-concentré. On obtiendra un nouveau résidu (*c*) et une solution alcoolique, qui par concentration au bain-marie et refroidissement, laissera se séparer les graisses phosphorées, tandis que les corps gras, les savons et les matières extractives resteront en solution (*d*). On pourra purifier les graisses comme il a été dit à propos de l'extrait alcoolique du sang ou du cerveau. La solution alcoolique (*d*) des corps gras et des matières extractives étant évaporée à sec, en présence d'une petite quantité d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, et le résidu de cette évaporation étant repris par l'eau, on obtiendra une solution (*e*) de matières extractives solubles dans l'eau, et de chlorures alcalins correspondant aux savons décomposés, tandis que les acides gras resteront insolubles et pourront être aussi dosés.

Les matières extractives de la solution (*e*) seront séparées comme il a été dit à propos de l'analyse immédiate de ces mêmes substances contenues dans le sérum musculaire (V. t. I, p. 292).

Le résidu (*c*) épuisé à l'alcool concentré sera traité par l'eau, qui enlèvera la caséine et quelques autres matières protéiques, les sels et les matières extractives solubles dans ce dissolvant, et laissera un résidu nouveau (*f*). L'addition de quelques gouttes d'acide acétique précipitera les substances caséiniques. On les séparera par filtration, on les lavera à l'eau, à l'alcool et à l'éther, on les sèchera et on les pèsera. La liqueur dont on a séparé ces substances

étant soumise à l'évaporation laissera les matières extractives et les sels solubles dans l'eau, mais insolubles dans l'alcool.

Le résidu (*f*) contiendra les sels insolubles dans l'eau, l'albumine ordinaire coagulée, et les enveloppes et noyaux des corpuscules de pus. On obtiendra le poids des premiers par incinération, et celui des matériaux organiques par différence.

En général, il sera bon de déterminer séparément par la calcination d'une portion spéciale du pus total, le poids de ses matières minérales, dont on fera séparément l'analyse.

(B). *Analyse du pus total.* — La méthode d'analyse suivante du pus total est donnée par Becquerel et Rodier[1].

On prend 100 grammes de pus que l'on partage en quatre parties de 25 grammes.

(*a*). La première partie est desséchée à l'étuve, pesée après dessiccation, et calcinée. On obtient ainsi le poids de l'eau, celui du résidu fixe, et celui des sels.

(*b*). La deuxième partie est mise à bouillir avec cinq fois son poids d'alcool anhydre; on filtre, on lave le résidu à l'éther, on le sèche et on en prend le poids : c'est celui de l'albumine totale coagulée, des corpuscules desséchés, et de la pyine s'il y en existe. Voir (*d.*)

(*c*). La troisième partie est desséchée; le produit est pesé, puis pulvérisé et traité par de l'eau chaude. On filtre, sèche et pèse le résidu; on a par différence le poids des matières extractives et des sels solubles dans l'eau. La portion insoluble dans l'eau traitée par l'alcool bouillant donne une solution contenant les corps gras, la cholestérine et les graisses phosphorées que l'on sépare comme il est dit ci-dessus.

(*d*). La quatrième partie est agitée vivement avec son poids d'eau distillée, puis filtrée. Le *filtratum* est coagulé par la chaleur. Les flocons séchés et pesés donnent le poids des matières albuminoïdes du sérum. Il vaudrait mieux mêler avec une solution de sucre au 10me, filtrer, laver, ajouter une goutte d'acide acétique et coaguler par la chaleur.

Déterminations analytiques. — Nous donnons ci-dessous les analyses des diverses variétés de pus total dont nous avons parlé dans le courant de ce chapitre. On se rappellera toutefois que les

[1] *Chimie pathol.*, p. 567.

déterminations suivantes ayant été faites sur le pus tout entier ne sauraient permettre, que par leurs moyennes, d'arriver à des conclusions générales, et qu'il est toujours mieux de séparer le plasma du pus des cellules ou des granulations qu'il tient en suspension, et de soumettre autant que possible chacune de ces deux parties à l'analyse. Nous avons donné, p. 467 et 469, la composition des globules et du sérum de pus moyen de bonne nature.

ANALYSES DU PUS MOYEN TOTAL.

	Abcès de la joue.	Abcès de poitrine.	Abcès du cou.
Eau.	769	862	907
Albumine et corpuscules secs.	180	91	63
Graisse et cholestérine. . . .	24	12	9
Matières extractives.	19	29	20
Sels alcalins et terreux. . . .	9	9	6

Les deux analyses suivantes sont remarquables, l'une par la quantité considérable de cholestérine, l'autre à cause du dosage de la gélatine ou d'une substance analogue que nous avons dit exister quelquefois dans le pus.

	Valentin. Abcès phlegmoneux de la cuisse.	*Wood.* Abcès de la joue et de la poitrine.
Eau.	883.78	857.15
Albumine coagulée et enveloppes corpusculaires.	79.78	»
Albumine coagulable.		19.09
Autre albumine (pyine, caséine?) avec chlorure de sodium..	19.54	»
Matière ayant les propriétés de la ptyaline et de la glutine.	»	16.57
Cholestérine..	11.86	1.57
Graisses et savons de soude..	16.87	10.91
Matières extractives avec chlorure de sodium et sels solubles.	?	8.34
Matière animale insoluble avec phosphate de chaux, fer, soufre.. . . .	»	86.57

Enfin, voici d'après Becquerel et Rodier quelques analyses relatives à la composition de pus d'origines diverses :

	PUS PHLEGMONEUX.		PUS D'ÉPANCHEMENTS SÉRO-PURULENTS.		PUS D'ABCÈS CONSÉCUTIFS A LA CARIE DES OS.	
	Abcès de la fosse iliaque. Suite de couches.	Phlegmon de la cuisse.	Pus de péritonite puerpérale.	Pus d'épanchements purulents de la plèvre.	Abcès. Suite de carie vertébrale.	Abcès de l'épaule. Suite de carie.
Eau.	880.923	796.630	916.850	897.770	915.850	895.150
Résidu fixe.	119.077	203.320	83.150	102.230	84.150	104.870
	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000
Cent parties de résidu fixe de ces divers pus contenaient :						
Albumine.	15.400	15.770	29.972	19.830	11.205	18.315
Matières extractives. .	11.370	14.554	19.005	19.301	12.195	19.741
Membranes et noyaux / Substances insolubles. / Sels.	56.470	51.008	33.625	35.601		
Substances insolubles.					32.819	29.186
Sels.					9.789	8.127
Matières grasses phosphorées.	3.264	1.940	1.445	1.195	1.610	1.871
Cholestérine.	7.916	7.627	9.041	6.045	6.219	12.740
Savon animal. . . .	26.580	9.121	15.912	18.028	16.163	17.000
	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

§ 5. — GAZ DU PUS.

L'analyse des gaz du pus a été tentée par MM. E. Mathieu et Urbain. Ces auteurs ont, du pus phlegmoneux *recueilli à l'abri de l'air*, extrait de l'hydrogène, de l'azote, de l'acide carbonique. Ils ont observé que, lorsque la septicémie règne dans une salle de blessés, les quantités d'hydrogène et d'acide carbonique augmentent dans le pus[1].

Le pus, très-odorant, donne à la distillation un liquide fétide, alcalin, contenant du sulfhydrate et du carbonate d'ammoniaque. On peut en séparer par l'eau une huile volatile infecte qui, injectée dans les veines, n'a pas de propriétés délétères.

[1] Voy. *Gaz. hebdom. de méd.*, 1871, n° 24, et 1872, n° 21.

Chez les blessés qui ne sont pas en proie à la fièvre septicémique, le pus contient en solution les gaz déjà signalés : hydrogène, azote, acide carbonique, tandis que l'oxygène y manque complétement.

Les gaz du pus ne se dégagent que très-lentement et au bout de trente-six à quarante heures dans le vide parfait. Voici d'abord les analyses de ceux qui ont été extraits par les précédents auteurs du pus phlegmoneux recueilli à l'abri de l'air ou exposé à l'air. Tous les nombres indiquent, en centimètres cubes, le volume de chacun des gaz extrait d'un litre de pus.

GAZ EXTRAITS PAR LE VIDE	PHLEGMON SOUS-SCAPULAIRE.		SUPPURATION ARTICULAIRE DU GENOU.	
	Pus recueilli à l'abri de l'air.	Pus exposé à l'air.	Pus recueilli à l'abri de l'air.	Pus exposé à l'air.
Hydrogène.	5.16	11.00	5.71	18.29
Azote.	2.50	2.41	2.21	2.71
Acide carbonique. .	75.28	156.17	82.00	113.14

Ainsi le pus subit à l'air une altération d'où résulte l'accroissement notable de son hydrogène et de son acide carbonique; l'azote reste constant; l'oxygène n'y existe jamais. Les auteurs précédents ont constaté que ce dernier gaz est toutefois absorbé par le pus et transformé en grande partie en acide carbonique. La chaleur et l'agitation favorisent cette action.

Voici maintenant les analyses des gaz de pus recueillis *à l'abri de l'air*, sur un même sujet, dans des abcès phlegmoneux profonds du membre inférieur, avant et pendant l'état pyohémique :

	Avant l'état pyohémique.	Pendant l'état pyohémique.
Hydrogène.	2.86	4.12
Azote.	2.14	2.53
Acide carbonique.. . . .	92.00	125.28

D'après ces analyses, les gaz du pus subissent, sous l'influence de la pyohémie, les mêmes altérations que si le pus restait exposé à l'air.

Les analyses suivantes des gaz retirés de pus sanguinolents ou séreux sont aussi rapportées à 1 litre de liquide. On remarquera

l'énorme quantité d'hydrogène et d'acide carbonique du pus séreux.

	Pus sanguinolent.	Pus séreux.
Hydrogène . . .	5.18	24.4
Azote.	2.50	24.4
Acide carbonique. .	32.88	423.5

CHAPITRE III

EXSUDAT MUQUEUX ANORMAL

La production surabondante de mucosités anormales à la surface des muqueuses irritées ou enflammées provient très-probablement, non-seulement d'un accroissement de sécrétion des glandes mucipares, mais aussi de la dégénérescence muqueuse des cellules épithéliales. Cette même dégénérescence peut s'observer dans divers tissus tels que les cartilages, le tissu conjonctif, et dans quelques néoplasies (*cancer gélatineux*) ; mais ces diverses productions pathologiques d'apparence muqueuse ayant été à peine examinées chimiquement, nous ne parlerons ici que des mucosités anormalement sécrétées par les muqueuses proprement dites.

Les muqueuses respiratoires, digestives, urinaires, sont recouvertes habituellement d'une quantité de mucus à peine perceptible. Dans l'état catharral, au contraire, il se produit à leur surface un flux muqueux plus abondant, et l'on ne saurait dire si dans tous les cas cette humeur diffère qualitativement du mucus ordinaire. Toutefois on remarque que le produit alors exsudé est, dès le début, plus clair qu'à l'état normal et plus alcalin. Si l'irritation de la muqueuse se prolonge, son alcalinité augmente encore; il devient plus épais et louchit grâce à la quantité quelquefois très-abondante des épithéliums dont il se charge, épithéliums qui sont ceux de la muqueuse irritée. Le mucus peut alors contenir un peu d'albumine.

Plus tard les mucosités deviennent visqueuses, opaques, jaunes ou jaunes verdâtres; on y trouve, outre des cellules épithéliales, et de très-nombreux corpuscules de mucus, de grandes cellules, avec ou sans noyau central, remplies de granulations, des leuco-

cytes en suspension, des granulations moléculaires protéiques et graisseuses. L'albumine, qui n'était d'abord qu'à l'état de traces, augmente, ainsi que les globules gras et la cholestérine. On trouve en outre dans le mucus morbide une petite quantité de matières extractives, partiellement solubles dans l'eau qu'elles colorent en jaune, de la soude libre ainsi que son lactate, des phosphates terreux et du chlorure de sodium en plus grande abondance qu'à l'état normal. Si l'irritation de la muqueuse va jusqu'à déterminer son ulcération, le mucus contient dès lors des globules purulents[1] et présente des caractères intermédiaires entre le mucus ordinaire et le pus proprement dit (*muco-pus*).

Les diverses espèces de mucus, bronchique, vaginal, intestinal, etc., présentent tous les caractères microscopiques et chimiques précédents. Les mucus virulents n'en diffèrent que par des granulations libres, ou abondamment contenues dans les leucocytes, granulations auxquelles paraît liée leur inoculabilité.

Nous avons traité de l'état physiologique de ces divers mucus dans notre II[e] PARTIE (t. II, p. 123) ; il nous reste à donner leurs caractères particuliers dans l'état morbide.

Mucus buccal. — Il est normalement alcalin. Lorsqu'il devient acide on y rencontre toujours, ou presque toujours, de petits filaments de *leptothrix* qui s'y développent rapidement. Son acidité peut être aussi causée par la fermentation des débris alimentaires. Le mucus buccal épaissi, la partie imputrescible des aliments déposés entre les dents, les touffes de *leptothrix*, et les carbonates et phosphates de la salive, concourent à composer le *tartre dentaire*. (Voir t. II, p. 281).

Mucus stomacal. — (Voir dans ce volume p. 288).

Mucus intestinal. — Nous avons parlé (t. II, p. 295 et suiv.), des *mucus intestinaux* et des flux séreux de l'intestin pendant la diarrhée, la dysenterie, le choléra. Nous n'y reviendrons pas ici.

Mucus nasal et bronchique. — Ces divers mucus seront étudiés à propos de la pathologie des voies respiratoires. (Voir Livre v[e].)

Mucus vésical. — Il existe toujours en petite quantité dans l'urine. Presque invisible à l'état normal, il se dépose en plus ou moins grande abondance lorsque les uretères, la vessie, et sur-

[1] Il ne paraît pas que, dans ces cas au moins, les globules purulents soient des globules blancs qui auraient traversé les vaisseaux sanguins, car au-dessous de la surface enflammée existe encore un épithélium normal (ROBIN).

tout le col vésical, sont atteints de catarrhe, ou franchement enflammés. Les cellules épithéliales et le pus que le mucus peut alors tenir en suspension diminuent sa transparence[1]. Dans les urines ammoniacales ces leucocythes sont comme gonflés et turgescents. Dans le mucus vésical non purulent, les leucocytes sont de 1/3 à 1/2 fois plus petits que les globules de pus. Ils sont brillants, à contours nets, et enveloppés dans un mucus grisâtre et léger. (*Ch. Robin.*)

Mucus uréthral. — Il est abondamment sécrété par les glandes de Littre dans les divers cas de blennorrhagie. Tantôt il est presque transparent, peu filant, très-pauvre en éléments anatomiques, à peine y trouve-t-on quelques globules de pus et quelques épithéliums; il *empèse* dans ces cas et tache le linge en gris; tantôt il est au contraire puriforme, jaune ou verdâtre, et contient toujours en abondance, outre des cellules épithéliales et des granulations graisseuses, une quantité plus ou moins grande de leucocytes qui lui donnent son aspect trouble. Ces éléments anatomiques se chargent eux-mêmes de granulations vertes ou jaunes qui communiquent au mucus blennorrhagique des colorations correspondantes. Dans la blennorrhagie vaginale le mucus offre ces mêmes caractères. Il reste acide, prend souvent une odeur aigre ou fétide, et devient plus épais au contact de l'acide acétique.

Mucus sécrété par les glandes du col de la matrice durant la grossesse. — Il est gommeux ou visqueux et franchement alcalin. Il doit son aspect opalescent à la présence de quelques cellules épithéliales. Il se gonfle difficilement au contact de l'eau. Il peut quelquefois remplir comme un bouchon gélatineux tout l'orifice du col.

Un mucus très-analogue est sécrété dans certaines *affections du col de l'utérus;* il peut alors contenir une quantité notable de leucocytes.

Mucus sécrété par le corps de l'utérus. — Le mucus sécrété pendant ou avant la menstruation est filant, odorant, quelquefois brunâtre ; des hématies et des leucocytes viennent s'y joindre au moment des règles qui sont assez souvent suivies de l'écoulement d'une liqueur muqueuse légèrement purulente.

[1] Le mucus vésical des urines normales peut aussi tenir quelques leucocytes en suspension, mais ceux-ci sont d'un tiers ou de moitié plus petits que les globules de pus proprement dits (Robin, *Traité des humeurs*).

Mucus utérin leucorrhéique. — Ce mucus est légèrement visqueux, neutre ou alcalin. Il est rendu opalin ou lactescent par la présence d'un nombre considérable de cellules épithéliales et de granulations graisseuses (*fig.* 70). Il est miscible à l'eau et peut être filtré. Ses sels sont ceux du mucus normal (*chlorure de sodium et phosphates*) ; il ne contient pas d'albumine. Ses globules blancs sont granuleux, jaunes ou verdâtres.

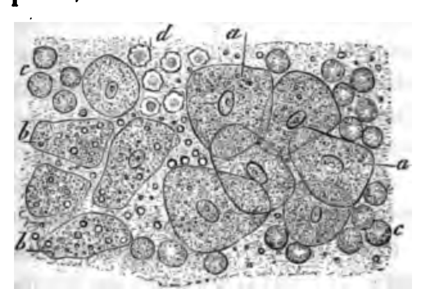


Fig. 70. — Mucus leucorrheïque. *a a*, grandes plaques d'épithélium ; *b b*, les mêmes ayant subi la dégénérescence graisseuse; *c c*, globules de pus; *d*, globules de sang crénélés. — Entre ces éléments, on voit des granulations diverses et des globules de graisse.

Quand la muqueuse utérine ou vaginale s'enflamme, le mucus sécrété devient plus épais, plus opaque et plus alcalin. Il prend alors une odeur aigre et caséeuse et une certaine consistance. Il contient des globules de pus et une quantité notable de graisses et de cellules épithéliales, enfin très-souvent des filaments de *leptothrix* et des *vibrions*.

CHAPITRE IV

EXSUDATIONS DIPHTHÉRITIQUES

Les fausses membranes qui se forment dans la diphthérie à la surface des muqueuses enflammées doivent leur origine à une transformation de l'épithélium dont les cellules se gonflent d'abord, se remplissent d'une substance trouble, se fendillent, tandis que leur noyau disparaît. Tout l'épithélium se change ainsi en une sorte de substance membraneuse formée aux dépens du contenu des cellules, et plus tard sans doute recevant une partie des matériaux du plasma sanguin. Cette production tapisse la muqueuse ou la séreuse sous forme d'une membrane blanche ou grise, opaque, striée ou fibrillaire, à moins qu'elle ne soit trop récente ou trop ancienne, parsemée de granulations diverses, de globules

graisseux, de cellules non encore entièrement disparues, et souvent de globules de pus et de sang. Telles sont les fausses membranes du croup, celles de la pneumonie croupeuse, de la dégénérescence croupale des reins, et les membranes couenneuses qui se forment quelquefois à la surface des vésicatoires[1].

La substance principale de ces fausses membranes ne peut s'étirer en fils, comme le fait la fibrine, mais, comme cette dernière, elle se gonfle et devient transparente au contact de l'acide acétique. Ainsi qu'on l'a déjà dit, cette pseudo-membrane est formée de la substance même des cellules dégénérées réunies entre elles grâce à leur gonflement. La solution de carmin y fait encore reparaître les noyaux cellulaires si l'altération pseudo-membraneuse n'est point trop ancienne.

Au-dessous de la fausse membrane se produisent des cellules de nouvelle formation et des globules de pus qui la détachent peu à peu.

Dans le croup proprement dit, la muqueuse des voies aériennes enflammée sécrète d'abord un mucus épais, jaunâtre, adhésif, chargé d'épithéliums, mucus que l'acide acétique contracte et sur lequel il détermine l'aspect fibrillaire. Ce n'est qu'à la suite de cette exsudation muqueuse qu'apparaissent les fausses membranes et les exsudats cohérents où l'on prétend qu'il existerait de la fibrine.

Dans certaines exsudations diphthéritiques la muqueuse est simplement infiltrée des productions précédentes, sans qu'il se forme de fausses membranes à sa surface.

Les plaques diphthéritiques et croupales sont souvent recouvertes de microphytes dont on ne connaît pas encore bien la signification.

On ne sait quelle est la nature de la matière d'apparence fibrineuse des productions croupales pseudo-membraneuses.

[1] On pourrait donc ranger plutôt ces productions dans les *dégénérescences des tissus*. Mais on peut aussi les considérer comme des exsudations du contenu des cellules altéré pathologiquement.

CHAPITRE V

EXSUDATIONS MORBIDES DES SYNOVIALES

Dans les cas d'arthrite, de rhumatisme aigu, les synoviales laissent exsuder un liquide assez analogue au plasma sanguin, et pouvant comme lui contenir des matières coagulables par la chaleur et donner spontanément de la fibrine (*Ollier*). Quelquefois, lorsque l'inflammation se prolonge, on y voit apparaître des leucocytes, et la synovie devient purulente. A la suite d'un traumatisme, si du sang s'est épanché dans l'articulation, le résidu fibrineux du caillot peut se retrouver sous forme de membranes nageant dans la liqueur.

Il se forme souvent autour des articulations, des kystes synoviaux contenant un liquide citrin ou rosé qui tient en suspension des gouttelettes de graisse, des granulations de diverse nature, des cellules épithéliales, et des leucocytes plus ou moins déformés. Si la partie liquide de cet exsudat se résorbe, il reste une masse viqueuse, gélatiniforme, riche en *synovine*, exempte d'albumine, car la chaleur ni l'acide azotique ne la coagulent. L'acide acétique la gonfle et la ramollit seulement. M. Méhu a donné les deux analyses sommaires suivantes de liquides qui s'étaient accumulés, à la suite de fatigue, dans les articulations du genou :

	I.	II.
Matières organiques	50.2	53.45
Matières minérales	8.0	10.55
Eau	941.8	936.00
	1000.0	1000.00
Densité à 14°	1.018	1.021

Dans un cas de rhumatisme du genou le liquide jaune citrin, étudié par M. Méhu, était spontanément coagulable (1gr,2 de fibrine p. 1000) ; l'acide acétique en séparait de la mucine, et la liqueur acidulée donnait par la chaleur des flocons d'albumine. Elle contenait pour 1000 parties :

Résidu sec	65gr.65
Matières minérales sèches	8gr.20

La liqueur claire retirée de l'articulation du genou dans un cas de rhumatisme blennorrhagique monoarticulaire, était jaunâtre, un peu visqueuse, alcaline, spontanément coagulable. M. Méhu a trouvé pour sa composition dans deux ponctions successives :

	I.	II.
Résidu sec.	73.3	79.04
Sels minéraux, ...	7.3	8.60

Ces nombres sont rapportés à 1000 grammes de chacun des liquides.

CHAPITRE VI

CONTENU DES KYSTES

On donne le nom de *kystes* aux poches résultant de la distension des follicules ou des culs-de-sac glandulaires, agrandies outre mesure par le produit même de leur sécrétion lorsqu'un obstacle l'empêche de s'épancher au dehors, ou bien à ces cavités anormales formées par l'extravasation d'un liquide, tel que le sang, qui se frayant d'abord une place au sein des tissus, peut ensuite disparaître pour être remplacé par de nouveaux exsudats sécrétés par les parois de la poche artificielle ainsi produite. Le contenu des kystes peut donc être formé soit par le liquide normal lui-même que continue à sécréter la glande dont le canal excréteur s'est obstrué, soit par les dérivés ou les produits d'altération de ce suc sécrété dans des conditions anormales et souvent mélangés à des exsudats nouveaux fournis par la poche kystique, soit par un liquide tel que le sang ou le plasma sanguin anormalement épanché ou transsudé au sein d'un tissu, se coagulant d'abord, puis subissant un ramollissement progressif, soit enfin par le résidu de la fonte des tissus eux-mêmes, ou des néo-formations dont ils peuvent être le siége, mêlés aux détritus des produits antérieurement sécrétés.

On ne saurait donc rien dire de général sur la composition si variable de la matière liquide ou semi-solide qui peut remplir les kystes. Dans presque tous ceux qui sont formés par la distension

de cavités glandulaires agrandies, on retrouve les produits de la sécrétion normale plus ou moins altérés, et mélangés aux épithéliums de la glande. Dans les kystes par extravasation on peut rencontrer du sang, du pus, dans un état d'altération plus ou moins avancée, des matières albumineuses, des graisses, des pigments, des cristaux d'hématoïdine. Mais on peut dire que dans presque tous les liquides extraits des kystes, et surtout dans ceux qui sont depuis longtemps formés, on rencontre des globules graisseux en notable proportion, et de la cholestérine le plus souvent en paillettes cristallines. On a quelquefois signalé jusqu'à 40 pour 100 de cette dernière substance dans le contenu desséché de certains kystes de la glande thyroïde.

Kystes sébacés. — Les glandes sébacées peuvent se remplir et se distendre outre mesure d'une substance blanchâtre, d'aspect butyreux, formée suivant les cas, ou d'une accumulation de cellules épithéliales elles-mêmes gonflées de matières grasses, ou d'une substance blanc jaunâtre ou blanc sale, d'une consistance variant entre celle du suif et celle de la synovie. Les glandes ou plutôt l'ensemble des glandes distendues par la matière suiffeuse, portent le nom *d'athéromes;* celles qui contiennent une matière huileuse ou analogue au miel ont reçu le nom de *méliceris*.

Les substances qui remplissent les kystes athéromateux ou mélicériques sont très-analogues entre elles, et formées, en très-grande partie, des produits de la sécrétion normale de la glande, en partie altérés, mélangés avec les cellules épithéliales distendues ou dégénérées. Les parties les plus denses, celles qui sont réunies en grains ou en plaquettes, sont surtout formées de ces éléments anatomiques détachés des parois du kyste; les portions jaunâtres, moins épaisses, sont plutôt composées de globules ou de gouttelettes de graisse. Dans presque tous les athéromes, on remarque aussi des parcelles brillantes formées de cristaux de cholestérine, et des granulations opaques de carbonate de chaux et de phosphates terreux. Ces divers éléments sont réunis par une sorte de sérum épais pouvant contenir de l'albumine, de la caséine, et quelquefois de la gélatine.

Nous donnons ici deux analyses de cette matière sébacée. La première est empruntée au *Traité des humeurs* de Ch. Robin (2e édit., p. 714); la seconde à la thèse de M. Lutz[1].

[1] *De l'hypertrophie générale du système sébacé*, Paris, 1860.

	I.	II.
Eau	65.80	35.7
Matières grasses	2.53	40.5
Acide butyrique et butyrate de soude	»	0.3
Cholestérine	7.35	»
Albumine	5.45	0.2
Gélatine	petite quant[é]	8.7
Caséine soluble	2.77	12.9
Tissu cellulaire, matière fibrineuse	13.25	»
Phosphate de soude	2.54 (ensemble)	0.7
Phosphate de chaux		»
Chlorure de sodium	trace	0.5
Sulfate de soude	0	0.5

La matière plus liquide, onctueuse, quelquefois filante, des méliceris se compose de cellules épithéliales qui sont le plus souvent en voie de dégénérescence, de substances grasses que sécrètent les parois ou qui ont été en partie extravasées, d'un liquide albumineux, ou plutôt muqueux et filant, produit lui-même par la surface interne du kyste enflammé. C'est probablement ce liquide séreux qui peut, dans quelques cas, laisser déposer en abondance des sels terreux qui forment la partie principale du contenu de certains kystes sébacés. Nous empruntons encore au *Traité des humeurs* de Ch. Robin[1] l'analyse du produit retiré de l'un de ces kystes calcaires.

Phosphate de chaux	20.0
Carbonate de chaux	2.1
Carbonate de magnésie	1.6
Chlorure de sodium, acétate de soude, pertes	3.7
Matières grasses	24.2
Extrait alcoolique et traces d'huile	12.6
Extrait aqueux	11 6
Albumine (ou plutôt *mucus*)	24.2

Kystes de la mamelle. — Le contenu de ces kystes est de nature très-variable. Il a tantôt presque la constitution d'un véritable lait, dans lequel le beurre aurait augmenté et où la caséine serait en partie ou en totalité remplacée par de l'albumine ; tantôt la quantité de beurre est si grande dans ces kystes que leur contenu s'écoule comme de l'huile et se fige à la température ambiante (*kystes butyreux*). Quévenne qui a analysé une substance ayant cette dernière apparence a reconnu en effet à la partie soluble dans l'éther la

[1] *Traité des humeurs*, 2e édit., p. 717.

composition et les propriétés du beurre. Cette matière grasse est mélangée à des leucocytes, à des cellules épithéliales, à des granulations diverses, ainsi qu'à des cristaux de cholestérine.

Quelquefois le contenu de ces kystes est simplement séreux, à peine filant, jaune ou verdâtre. Il ne tient en suspension que quelques cellules épithéliales, des globules de lait, et des leucocythes. C'est un véritable exsudat de la poche séreuse, produit aux dépens du plasma sanguin à la façon des autres sérosités, et ayant la constitution générale de ces dernières.

Kystes de l'ovaire[1]. — Nélaton divise les kystes de l'ovaire en : 1° kystes séreux à liquide limpide, non albumineux, semblable à celui des kystes hydatiques; 2° kystes albumineux à liquide filant comme du blanc d'œuf; 3° kystes gélatineux contenant une matière filante, tenace ou gélatineuse; 4° kystes solides.

Les kystes ovariens fluides sont assez rares. Les liquides qui s'en écoulent sont le plus souvent légèrement alcalins, clairs, ou rendus opalescents par quelques cellules épithéliales. Leur densité = 1,005 en moyenne. Ils sont remarquables par la faible proportion de leurs matières albuminoïdes. La chaleur et l'acide nitrique peuvent même ne pas les troubler. Papillon en a donné la composition suivante :

Eau.	982.5
Sulfates, phosphates et chlorures. . . .	12.0
Sels organiques.	4.0
Cholestérine.	traces
Principes albuminoïdes.	1.5

Les *kystes albumineux à liquide filant* contiennent une humeur jaunâtre, rougeâtre ou brune, souvent troublée par des éléments anatomiques, tels que cellules, globules de sang, de pus, ou par des globules de graisse et des cristaux de cholestérine en suspension. Cette dernière substance est en général d'autant plus abondante que le kyste est plus ancien. Le contenu du kyste file comme du blanc d'œuf ou de la salive, de la gomme arabique. Il mousse quand on l'agite. Sa densité varie de 1,009 à 1,020.

Nous extrayons de la thèse de M. Drivon (*Loc. cit.*, p. 69 et 71)

[1] Voir à ce sujet la thèse déjà citée de M. Drivon, Montpellier, 1869, p. 68, *Analyses chimiques et composition des sérosités*. — Méhu, *Arch. gén. de méd.*, t. XIV, p. 524. — Ch. Robin, *Traité des humeurs*, [2], p. 427.

les trois analyses suivantes relatives à ces liquides filants :

	Drivon[1].	*Drivon*[2].	*Bechamp et Saintpierre*[3].
	—	—	—
Eau.	945.94	924.48	955
Sels solubles..	3.47	3.35	7.0
Sels insolubles..	4.02	6.80	
Matières coagulables par la chaleur et l'acide acétique.	44.47	65.36	»
Albumine..	non dosée	48.35	30.2
Hydropisine..	id.	5.69	
Mucosine.	0.44	11.21	3.2
Graisse et cholestérine.	»	»	4.0
Matières extractives.	»	»	0.6

On a signalé aussi la leucine et la gélatine dans le contenu de ces kystes.

Lorsqu'on pratique des ponctions successives sur un même kyste, le produit qui s'écoule peut changer de composition comme l'indiquent les nombres suivants dus à Méhu[4], et relatifs au liquide provenant de 5 ponctions successives faites à un même kyste, à 27 jours d'intervalle chacune. On recueillit en tout 25 kilogrammes d'un liquide filant dont le tableau suivant indique la composition :

PONCTIONS.	POIDS PAR KILOGR. DE LIQUIDE DE MATIÈRES		
	Fixes.	Organiques.	Minérales.
1re. . .	47gr.52	38gr.52	9gr
2e. . . .	46 .75	37 .60	9 .15
3e. . . .	51 .19	43 .34	8 .85
4e. . . .	43 .60	35 .30	8 .30
5e. . . .	42 .70	34 .45	8 .25

Les substances qui communiquent la viscosité au liquide de ces kystes sont encore mal connues. On y a signalé l'albumine, la gélatine, la mucine, la métalbumine et la paralbumine. Mais la présence de ces divers principes a été supposée d'après des caractères physiques ou chimiques insuffisants, plutôt que démontrée[5].

[1] Troisième ponction du kyste : 6 litres d'un liquide trouble, oléagineux, de densité = 1,019. Couleur rouge orangé.

[2] Liquide brunâtre, trouble, un peu visqueux; neutre; densité 1,025.

[3] Liquide jaune, lactescent, filant.

[4] Voir son *Traité élémentaire de Chim. méd.*, p. 174.

[5] Les parois de ces kystes sont le plus souvent tapissées d'un revêtement de glandules caliciformes, semblables aux glandules qui sécrètent le mucus ; elles produisent en effet une substance d'aspect muqueux ou gélatineux, parsemée de fines ponctuations, et que,

La *paralbumine* serait, d'après la plupart des auteurs qui ont examiné ces liquides, la substance qui leur communique la propriété de filer[1]. C'est une matière albuminoïde dont les solutions filtrent très-difficilement, précipitable par l'alcool en grand excès, et se redissolvant ensuite de nouveau dans l'eau; elle ne précipite pas par l'acide acétique, sinon à chaud, et se coagule alors entièrement. La paralbumine précipite de sa solution acétique par le ferrocyanure de potassium et non par le sulfate de magnésie en excès.

Quant à la *métalbumine* ou *hydropisine* nous en avons donné déjà les propriétés p. 451.

Mais ce ne sont point là les seules substances qui peuvent se rencontrer dans ces liquides : il y en existe certainement une autre dont nous allons parler à propos des kystes gélatineux.

Les *kystes ovariens gélatineux* à matière filante sont le plus souvent formés par une multitude de petites loges ou vésicules, closes ou caliciformes, surtout sur le pourtour de la paroi du kyste, remplies d'une matière collant aux doigts, tremblotante, étirable en longs filaments, très-analogue d'aspect à celle que les histologistes ont désignée sous le nom de *colloïde*, et dont nous parlerons au *Livre VI*, à propos des dégénérescences des tissus. Mais le plus souvent à côté de ces lobules pressés les uns contre les autres et remplis de cette substance, se trouvent des parties moins consistantes contenant une liqueur visqueuse, jaunâtre, entièrement analogue à celle des kystes albumineux à liqueur filante, de sorte qu'il semblerait que ce dernier liquide résulte soit de la liquéfaction, soit peut-être du simple gonflement de la matière colloïde tremblotante semi-solide qui remplit les loges des kystes ovariens gélatineux, matière qui se mélangerait peu à peu à l'humeur séreuse fournie par les parois de la poche kystique. Cette hypothèse est rendue probable par la manière dont la substance colloïde se comporte quand on la fait digérer avec de l'eau pure. D'après les observations que MM. Cazeneuve, G. Daremberg[2] et moi-même nous avons fait sur cette matière gélatiniforme des kystes colloïdes, au bout de

vu ses caractères microscopiques et les petits organes qui la sécrètent, on a pris quelquefois pour de la mucine. Mais ce dernier point demande encore une démonstration, et certainement, comme nous allons le voir, le contenu de ces kystes n'est pas analogue à du mucus.

[1] Voir Méhu en *Arch. gén. de méd.*, 1869.

[2] *Travail présenté à la Société de Biologie de Paris*, 13 juin 1874.

48 heures de contact l'eau distillée désagrége cette substance glutineuse, la gonfle, la transforme en un véritable empois clair, et si l'on filtre, le liquide contient une certaine quantité d'un principe qui communique à la liqueur la propriété de filer et de mousser. Cette matière n'est ni de l'albumine, ni de l'hydropisine, ni de la paralbumine, ni aucune autre matière albuminoïde connue. Pure. elle ne précipite de sa solution aqueuse ni par l'alun, ni par le sulfate de cuivre, ni par le ferrocyanure de potassium aidé de l'acide acétique, ni par les acides, ni par les alcalis. Les sels de mercure, d'argent et de plomb ne donnent pas avec elle le moindre louche; l'acide picrique, la chaleur, l'acide carbonique ne troublent pas ses solutions, même concentrées ou étendues d'eau. Seuls l'alcool et le tannin la précipitent. Par addition d'alcool à sa solution aqueuse cette matière se rassemble en flocons blancs que le réactif de Millon colore en rouge, et l'acide chlorhydrique en rouge violacé, réactions qui la rapprochent des matières albuminoïdes. Enfin les solutions de cette substance évaporées au bain-marie laissent un résidu qui, repris par l'eau, ne se dissout plus que très-lentement.

Cette singulière matière, à laquelle nous avons donné le nom de *colloïdine*, paraît constituer la majeure partie de la substance colloïde gélatineuse et tremblotante. En effet, si l'on chauffe cette dernière à 110° pendant trois heures avec de l'eau pure, tandis qu'elle ne donnait tout d'abord qu'une faible quantité de la substance précédente, elle se dissout alors presque entièrement, et cette solution présente *tous les caractères de celle qui avait été obtenue à froid par un long contact de l'eau*. Le tannin et l'alcool en précipitent abondamment des flocons blancs de colloïdine incoagulable par la chaleur, par les acides et par les réactifs salins métalliques et par conséquent entièrement exempte de matières albuminoïdes ou collagènes que ces divers agents coagulent ou rendent insolubles. La colloïdine précipitée par l'alcool se redissout ensuite toute entière dans l'eau, et donne une solution claire que le réactif de Millon colore en rose ou en rouge à la façon des matières protéiques et de la tyrosine.

La colloïdine a du reste avec la tyrosine non-seulement cette commune réaction, mais elle lui ressemble par son peu de solubilité dans l'eau quand elle a été desséchée à 100°, par sa faible solubilité dans l'alcool étendu, et s'en rapproche surtout par sa compo-

sition[1] qui répond à la formule $C^9H^{15}AzO^6$, qui ne diffère de celle de la tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$ que par $H^2O + O$.

La matière colloïde brute d'où provient ce corps singulier est en très-grande partie formée de colloïdine comme le démontre l'analyse centésimale. On constate d'ailleurs au microscope que cette substance colloïde à la fois gélatineuse et filante est formée d'une gangue amorphe transparente au sein de laquelle se trouvent les épithéliums nucléaires provenant des parois du kyste, et quelques leucocytes dont on peut entièrement priver la matière colloïde elle-même en chauffant le tout à 110° avec de l'eau qui dissout seulement la colloïdine. Une simple filtration sépare alors tous les éléments figurés, ainsi que l'albumine s'il y en existe[2].

Il ne semble pas douteux que la colloïdine ne se trouve dans un grand nombre de liquides filants extraits des kystes de l'ovaire, et n'ait été confondue dans bien des cas avec l'albumine, la paralbumine, et surtout la gélatine et la mucine.

Le liquide albumineux filant qui se trouve souvent dans les portions fluides de ces mêmes kystes de l'ovaire à côté de la matière gélatineuse précédente, est jaunâtre, d'odeur fade, transparent ou chargé de quelques épithéliums et noyaux, de granulations graisseuses et de pus. Il est légèrement alcalin. Il peut se prendre en masse par l'action de la chaleur. Nous l'avons décrit p. 490.

Kystes spermatiques. — Nous avons, à la fin du Livre III[e], t. II, p. 444, donné sur ces kystes les renseignements nécessaires.

Kystes utérins. — Ils sont formés par une dilatation des follicules de la muqueuse utérine et contiennent un mucus visqueux très-analogue sans doute à celui qui remplit les kystes formés sur d'autres membranes muqueuses et dont nous allons parler.

Ce mucus filant, grisâtre, tient en suspension des cellules diverses, épithéliums et leucocytes, ainsi que des corps isolés, arrondis de $0^{mm},030$ à $0^{mm},040$, offrant une certaine résistance à l'écrasement. Ce sont les *sympexions* de Ch. Robin.

Kystes des muqueuses. — Dans certains cas sur les muqueuses

[1] Nous ne voulons pas dire pour cela que la colloïdine donnerait de la tyrosine si on la privait de $H^2O + O$. Nous faisons seulement ici un simple rapprochement des formules de deux substances qui du reste dérivent l'une et l'autre de la désassimilation des matières protéiques, et présentent d'ailleurs une composition assez analogue et quelques réactions communes.

[2] Pour plus de détails voir Livre VI, DÉGÉNÉRESCENCE DES TISSUS, *Dégénérescence colloïde*.

hypertrophiées on trouve, à côté des tubes glandulaires nouveaux, d'autres cavités dilatées formant de véritables poches remplies d'un liquide clair ou de mucus. Si ces kystes se reproduisent et se réunissent entre eux, la surface gonflée de la muqueuse prend l'aspect d'une gelée formée par la réunion de petites vésicules dont les cloisons intermédiaires disparaissent souvent, et qui sont remplies d'un mucus visqueux tenant en suspension des sympexions, des granulations graisseuses ou albuminoïdes, des leucocytes, etc.

Kystes des gaines tendineuses. — Nous avons déjà parlé au Livre IVe de la nature du liquide séreux qui remplit et distend les cavités naturelles des articulations enflammées.

Le liquide des kystes formés dans les gaînes synoviales tendineuses n'a pas été analysé.

Dans l'*hygroma* du poignet ou de l'épaule, on trouve un liquide incolore ou jaunâtre, fluide ou visqueux, clair ou épaissi par des granulation graisseuses ou de cholestérine, et tenant souvent en suspension des granules, de la grosseur et de la forme d'un grain de riz cuit auxquels on a donné le nom de *granulations riziformes*. Les caractères de la partie liquide du kyste la rapprochent de la synovie.

D'après MM. Cazeneuve et G. Daremberg, les grains riziformes, blancs opaques, sont constitués par une matière amorphe présentant çà et là quelques noyaux fibro-plastiques et quelques rares fibres de tissu lamineux. Ils sont creusés d'une cavité intérieure remplie d'un liquide analogue à celui dans lequel ils nagent. Après avoir été parfaitement lavée, leur matière décompose l'eau oxygénée. Ils se gonflent dans l'acide acétique, quintuplent alors de volume, mais ne se dissolvent pas. La saturation exacte de l'acide ramène ces corpuscules à leur volume primitif; ils se gonflent de nouveau et deviennent translucides dans l'acide acétique à moins qu'on ne les ait laissés au contact d'un petit excès d'alcali, qui d'ailleurs les dissout même à froid. L'acide chlorhydrique au 1000e les gonfle beaucoup mais ne les dissout pas.

Malgré quelques analogies, ces grains riziformes ne sont pas formés de fibrine, car ils ne se dissolvent ni dans le chlorure de sodium, ni dans le nitre au dixième. Ils contiennent des traces de potasse.

LIVRE V

PATHOLOGIE DU POUMON ET DE LA RESPIRATION

Nous étudions successivement dans ce Ve Livre les transformations pathologiques du tissu pulmonaire, la composition des crachats morbides, et l'état de la respiration dans quelques maladies.

CHAPITRE PREMIER

PATHOLOGIE DU TISSU PULMONAIRE

Tuberculose. — La matière tuberculeuse que l'on trouve surtout dans le parenchyme pulmonaire des malades atteints de phthisie proprement dite ou de broncho-pneumonie chronique passant à l'état caséeux, peut se présenter sous plusieurs états : 1° sous forme d'une granulation grise, un peu translucide et résistant à l'écrasement, *c'est le tubercule cru primitif* ; 2° sous forme d'une masse friable, caséeuse, jaune ou jaune grisâtre, un peu sèche, résultant d'une altération du tubercule cru et des tissus qui l'environnent ; 3° enfin sous forme d'un foyer purulent provenant le plus souvent d'un ramollissement du tubercule caséeux qui se dissocie, grâce au pus fourni par les tissus voisins irrités et enflammés à son contact. Quel que soit l'état de ses transformations successives, le tubercule peut, dans quelques cas, s'enkyster ou se calcifier.

Les tubercules crus sont constitués par des corpuscules gris blanchâtre, un peu diaphanes, résistants, de grosseur variable. Observés au microscope, ils se composent d'une substance fondamentale amorphe, gélatiniforme, parsemée d'un nombre plus ou moins grand de granulations et de noyaux de $0^{mm},04$ à $0^{mm},02$ de

diamètre ; et de quelques cellules d'aspect variable. Ces noyaux et ces cellules sont souvent en voie de prolifération. Cette altération du poumon débute, en effet, par une inflammation simple, catarrhale ou spécifique, de la muqueuse des bronches[1]. Il en résulte d'abord une multiplication rapide des cellules épithéliales ; leurs protoplasmas se gonflent en même temps et se soudent quelquefois entre eux, tandis que le tissu cellulaire ambiant s'infiltre et devient lui-même tendre et transparent. L'ensemble de ces parties altérées forme un petit noyau résistant, translucide, qui constitue la granulation tuberculeuse crue ou primitive. On doit donc rencontrer en même temps autour ou dans les foyers même, surtout au début, outre les cellules en voie de prolifération et la sérosité œdémateuse, un réticulum formé des parties les plus résistantes du poumon, telles que portions de bronches inaltérées, fibres élastiques, vaisseaux, cellules envahies de granulations graisseuses ou calcaires, etc.

Les corpuscules tuberculeux peuvent être isolés ou réunis en nombre. Ils sont dénués de vaisseaux.

Lorsque la tuberculose est confirmée et que sous l'influence de l'état inflammatoire primitif ou consécutif, les bronches et les alvéoles se sont remplies de cette matière visqueuse que sécrètent les muqueuses enflammées, le sang et la lymphe ne peuvent bientôt plus aisément circuler dans la partie ainsi infiltrée, et la matière nutritive venant à manquer par l'oblitération complète des vaisseaux les plus voisins, le tubercule passe à l'état caséeux. Ses noyaux et ses cellules subissent une sorte de dégénérescence. Les granulations graisseuses augmentent d'abord dans le centre du corpuscule tuberculeux tout entier[2], se réunissent aux voisines, et bientôt une matière jaune, granuleuse, opaque, suifeuse, sèche et non élastique, envahit le tubercule.

Cette matière caséeuse peut ou bien être résorbée ou bien se ramollir, en général par son centre qui, formé le premier, subit par

[1] Dans la tuberculose proprement dite, le tubercule miliaire, souvent à peine visible ou microscopique, débute dans le tissu pulmonaire interlobulaire ou par la gaine des vaisseaux. Dans la pneumonie caséeuse il commence à se montrer surtout dans les petites bronches.

[2] On a dit au Chapitre Pus que dans les abcès profonds le sérum du pus peut être résorbé, et que les globules purulents peuvent subir alors la transformation graisseuse ou caséeuse. De ce processus pourrait résulter dans bien des cas la transformation caséeuse du tubercule cru. Le pus peut aussi, d'après Billroth, constituer de prime abord des foyers d'apparence caséeuse. Enfin le globule purulent peut subir la calcification.

conséquent le premier aussi la suite des dégénérescences successives dont l'état de ramollissement représente un des degrés. Il se produit ainsi un liquide puriforme, jaunâtre, séreux ou putride, présentant plus ou moins l'aspect et la composition du pus ordinaire mêlé aux détritus pulmonaires et tuberculeux. Nous le décrirons en détail plus loin, p. 504, à propos des crachats de la phthisie.

Enfin, si le tubercule subit la transformation crétacée, des granulations, d'abord très-fines, envahissent le corpuscule tuberculeux, y forment des dépôts riches en carbonate et phosphate calcaire; ils sont plus ou moins durs, analogues à du plâtre. Le tubercule ainsi transformé s'enkyste, en général, dans une enveloppe à paroi fibreuse ou fibro-cartilagineuse, ou bien, enflammant les tissus voisins, s'entoure de pus et peut alors être rejeté au dehors avec les crachats.

Il nous reste à dire maintenant ce que l'on sait des substances qui entrent dans la composition du tubercule considéré sous ces divers états.

Le tubercule cru grisâtre à substance fondamentale translucide, contient d'après d'anciennes analyses, à peu près 23,3 pour 100 de substances albumineuses solubles dans l'eau froide avec une certaine quantité de caséine que l'on peut précipiter de cette solution par l'acide acétique; 20 pour 100 d'une matière gélatineuse mal déterminée, soluble dans l'eau bouillante; 30 pour 100 de substances protéiques insolubles; 26,5 pour 100 d'eau. Des analyses plus précises y ont démontré la présence de lactates et d'oléates de soude, de graisses neutres, et peut-être d'une certaine quantité de cholestérine; 1,5 à 2 pour 100 de cendres formées surtout de sel marin avec un peu de phosphates et de carbonates de chaux et de magnésie, et une faible proportion de sulfates et de silicates.

Quand le tubercule devient jaune opaque, grâce à la prédominance des granulations graisseuses, les substances albuminoïdes disparaissent en partie, et sont remplacées dès lors par des matières analogues à du suif, solubles dans l'alcool, et ayant une grande affinité pour le carmin qui les colore vivement. Le tubercule est alors formé principalement de corps gras neutres, mais on y trouve aussi de l'acide oléique et margarique, des lactates, des matières, solubles dans l'alcool, analogues aux substances du

cerveau, et une proportion de cholestérine s'élevant à 5 pour 100, et plus, du poids de la matière tuberculeuse à l'état sec. Les cendres sont de même nature que dans le tubercule grisâtre translucide.

L'analyse suivante, due à Simon, donnera une idée de la composition immédiate du tubercule caséeux :

Graisses solubles dans l'éther (corps gras neutres, cholestérine, cérébrine).	1.86
Partie soluble dans l'alcool	2.17
Extrait aqueux avec un peu de pyine	0.84
Matière organique insoluble	12.03
Sels minéraux	0.49
Eau	82.60

Souvent le tubercule et les corpuscules qui le constituent s'entourent d'une substance formée d'un très-grand nombre de points noirâtres qui s'étendent en stries et lui donnent un aspect mélanique. Nous avons déjà dit que ce phénomène se produisait aussi dans les lobules pulmonaires à l'état sain (voir t. II, p. 132) ; nous y reviendrons du reste plus loin.

Les concrétions calcaires qui envahissent quelquefois les masses tuberculeuses et peuvent être rejetées avec les crachats, sont blanchâtres et comme plâtreuses. Boudet y a trouvé pour 100 parties : sels solubles 70,1 ; sels insolubles 29,5. Les sels solubles étaient surtout formés de chlorure de sodium mêlé de phosphate et de sulfate de soude ; les sels insolubles étaient composés en grande partie de phosphate de chaux avec un peu de carbonate de chaux, de silice et de peroxyde de fer. Ces concrétions peuvent contenir une quantité souvent notable (5 à 6 pour 100) de cholestérine, et un peu de matières protéiques. Du reste les pigments pulmonaires, les fibres élastiques, et jusqu'aux aréoles bronchiques sont conservés dans ces parties calcifiées. On peut mettre en évidence ces restes du lobule pulmonaire en faisant digérer les concrétions dans de l'acide chlorhydrique étendu[1].

Pneumonie. — Le parenchyme pulmonaire subit au début de la pneumonie les diverses altérations que l'on constate dans tout foyer inflammatoire. Le sang engorge d'abord les capillaires des lobules ; plus tard, dans les plus petites bronches, et quelquefois dans l'utricule pulmonaire lui-même, se forme un exsudat

[1] Voir dans les *Ann. de chim. et de phys.*, [4], t. XXX, p. 84, les analyses de tissu pulmonaire tuberculeux faites par W. Marcet.

finement strié, qui renferme de nombreux globules rouges et blancs au sein d'un plasma semi-coagulé (*hépatisation rouge*). Sous l'influence de l'irritation de ces matières étrangères ou du processus même de la maladie, les petites bronches et les alvéoles pulmonaires deviennent le siége d'une inflammation qui fait gonfler leur muqueuse et tend pour ainsi dire à chasser mécaniquement les exsudats. Ceux-ci se détachent peu à peu et se changent en une masse glutineuse, amorphe, renfermant au milieu des restes de la fibrine et des globules sanguins décolorés, une certaine quantité de mucine précipitable par l'acide acétique (*hépatisation grise*). Cette masse ainsi transformée devient de plus en plus glaireuse, liquide et quelquefois purulente, et peut dès lors s'éliminer sous forme de crachats.

On sait que la pneumonie caséeuse et la dégénérescence tuberculeuse sont quelquefois la conséquence et comme la suite de la pneumonie [1].

On a signalé dans le poumon pendant cette maladie, surtout lorsqu'elle est récente, une grande quantité de matière glycogène due à la stase du sang et à l'imperfection de l'hématose [2].

Anthracosis et pigments pathologiques du tissu pulmonaire. — Nous avons déjà dit que le tissu pulmonaire est normalement envahi chez l'homme adulte par un pigment très-riche en charbon et dont l'origine est très-probablement due à la fumée de nos lampes et de nos foyers. Le charbon, comme la silice, comme les parcelles métalliques qui sont absorbées par la respiration, peut devenir dans les petites bronches une cause d'inflammation et provoquer l'éclosion de la phthisie chez les sujets prédisposés. Cette matière noire peut se présenter soit à l'état de globules très-petits, soit sous forme de paillettes ; elle a tous les

[1] Voir sur *la Pneumonie caséeuse*, LÉPINE, in-8°, 1872. J.-B. Baillière, éditeur

[2] KYSTES VERMINEUX. — La dégénérescence caséeuse du poumon peut être confondue dans certains cas, surtout chez les ruminants et la plupart des animaux domestiques, avec une altération due à de petits corps de forme ovoïde et jaunâtre, qui ne sont autre que des kystes contenant des entozoaires. La *pommelière fausse* du cheval est formée par des amas caséeux de cette nature. Chez le lapin on trouve fréquemment des kystes contenant des *pentastomes* et des *psorospermies* (*Davaine*). Le *strongle filaire*, l'*échinocoque* et la *douve du foie* se rencontrent dans le tissu pulmonaire du mouton. Tous ces kystes simulent d'autant mieux la dégénérescence caséeuse du parenchyme pulmonaire, que souvent l'helminthe mort, est remplacé par une matière pultacée. L'enveloppe de ces kystes est formée d'*hyaline* (Voir *tissu cartilagineux*) ; dans le liquide qu'ils contiennent on trouve en général une certaine quantité d'acide succinique, spécialement dans les poches à échinocoques.

caractères physiques, chimiques, et microscopiques du charbon, et quoiqu'on n'y ait trouvé que 72 à 96 pour 100 de ce métalloïde, on ne saurait plus aujourd'hui mettre en doute ni son origine, ni sa nature[1].

Mais il peut exister aussi dans les poumons un véritable dépôt de matière mélanique noire ou brun roussâtre, dépôt analogue à celui qui se fait à la surface de la choroïde ou dans les *tumeurs mélaniques*. Cette substance est facile à distinguer de la précédente, car elle se décolore par le chlore ou l'eau régale et d'ailleurs est beaucoup moins riche qu'elle en carbone. Nous en avons donné l'analyse (t. I, p. 366). On pense que cette matière mélanique dérive de la matière colorante du sang.

État du poumon dans diverses maladies. — Newkomm a trouvé dans les poumons de l'homme atteint de diverses maladies de la taurine, de l'inosite, de l'urée et de l'acide oxalique. Il a signalé, spécialement dans l'*anémie*, la présence de la leucine et de la tyrosine, celle-ci souvent en très-abondante quantité : toutefois elle peut faire défaut; dans la *maladie de Bright*, de l'acide urique et de l'acide oxalique, de l'inosite, et même des sels ammoniacaux. W. Kühne a trouvé, quelquefois en grande proportion, du glucose et de la matière glycogène dans les poumons des malades morts de *diabète sucré*, ou atteints de pneumonie purulente.

Dans la gangrène pulmonaire, les crachats renferment des grains jaunâtres à odeur fétide, de consistance pâteuse, mêlés à des corps gras émulsionnés ou en partie cristallisés, à des fibres élastiques et à des granulations pigmentaires, enfin à une grande quantité de spores ou mycrozimas qui, dans ce magma putride, se développent avec une grande rapidité sous forme de vibrions ou de leptothrix, dès que la liquéfaction du milieu ou l'addition d'eau à ces sputums permet à ces êtres microscopiques de poursuivre la série de leurs transformations.

[1] Elle contient presque toujours aussi une certaine proportion de silice. Dans la partie inattaquable par l'eau régale du poumon très-riche en matière métanique, ou plutôt en charbon, d'un mouleur sur cuivre, M. Cazeneuve a trouvé 12 pour 100 de silice.

CHAPITRE II

MUCOSITÉS, CRACHATS ET CONCRÉTIONS DES VOIES RESPIRATOIRES

Mucus du nez et des bronches. — Il peut s'écouler par le nez, un liquide limpide, simplement séreux ou séro-muqueux, dépourvu d'âcreté, sorte de flux nasal provenant d'une hypersécrétion transitoire ou chronique analogue à celle qui a si souvent lieu chez les vieillards, chez ceux qui *prisent* depuis longtemps, et chez beaucoup de sujets sous l'influence du froid. Le liquide ainsi produit n'a pas encore été étudié.

Quelques personnes sécrètent par les fosses nasales, et d'une manière chronique, un mucus qui s'altère avec une très-grande rapidité et transmet à l'air qu'elles expirent une odeur fade ou d'une fétidité extrême. Cet écoulement, d'un goût salé, parfois insapide, parfois nauséabond, n'irrite pas les fosses nasales et la peau de la lèvre supérieure. Il n'a pas été mieux examiné que le précédent. Dans l'ozène herpétique, syphilitique ou scrofuleux, le produit de la sécrétion de la muqueuse du nez est un liquide épais, jaune verdâtre ou brunâtre, qui se concrète souvent en crustules. Son odeur a été comparée à celle de la punaise écrasée.

Écoulements et mucosités du nez et des bronches. — Dans le *catarrhe nasal et bronchique*, on élimine par le nez, ou à l'état de crachats, des mucosités abondantes sécrétées comme dans l'état physiologique, en partie par les glandes trachéales et bronchiques, en partie par la muqueuse elle-même. Il est difficile d'établir nettement la limite où commence la sécrétion exagérée de ces mucosités, et de dire dans quel cas précis elle est non-seulement plus abondante, mais encore pathologiquement altérée.

Dès la première période du catarrhe nasal ou bronchique, le mucus sécrété en plus grande abondance, contient moins d'épithéliums et plus de globules muqueux, des cellules ayant la forme et la dimension des globules purulents, recouvertes de cils sur la moitié de leur surface (*Ranvier*), des granulations graisseuses ou albuminoïdes qui communiquent à cette sécrétion son aspect

grisâtre. Le mucus catarrhal est plus fluide que le mucus ordinaire, et sa réaction est franchement alcaline dans les parties épaisses et grisâtres, quelquefois acide dans les portions transparentes ; il renferme une petite quantité d'albumine que l'on n'y rencontre pas à l'état normal, quelques matières grasses et un peu de cholestérine. Il fournit par sa dessication des cristaux de sel ammoniac et beaucoup de sel marin.

Lorsque l'état catarrhal ou inflammatoire des muqueuses se prolonge, l'exsudat prend d'autres caractères que nous allons décrire à propos des crachats.

Crachats morbides. — Les produits des sécrétions anormales de la trachée et des bronches sont rejetés au dehors sous forme de crachats, mêlés en général avec une petite quantité de salive, et quelquefois avec des grumeaux blanchâtres composés de matières grasses agglomérées par du mucus et provenant des amygdales. L'examen chimique et microscopique de ces *sputa* peut donner quelques indications utiles pour le diagnostic de diverses affections.

Quand on veut étudier de près ces crachats, il est bon, après les avoir pesés, de les délayer dans de l'eau distillée; les parties les plus denses, le mucus, les cellules épithéliales, les granulations, les corpuscules tuberculeux, les masses cancéreuses, les concrétions calcaires, tombent au fond du vase et peuvent être alors recueillies par décantation et examinées au microscope. La liqueur surnageante est analysée comme dans le cas d'une urine albumineuse ou d'une sérosité. (Voy. p. 452.) Pour déterminer l'albumine, on filtre la liqueur, on ajoute une trace d'acide acétique, on filtre de nouveau s'il est nécessaire, et l'on coagule l'albumine à 100°. Le sucre, l'urée, les sels se retrouveront dans le liquide après la séparation de ce coagulum.

Crachats muqueux ou gélatineux. — Les crachats provenant de la muqueuse des voies respiratoires atteintes de catarrhe aigu ou chronique ont dans la première période de l'affection, les caractères des mucosités bronchiques que nous avons décrites ci-dessus. Ces crachats sont seulement plus clairs et plus séreux. Lorsque l'irritation de la muqueuse se prolonge, ils deviennent plus épais, moins transparents, jaunâtres ou verdâtres; les corpuscules de mucus y augmentent, en même temps que l'albumine y devient plus abondante. Ils contiennent une grande proportion de chlorures

et de phosphates alcalins, plus de soude que de potasse, peu de sulfates. Biermer a trouvé dans le mucus d'un catarrhe aigu : eau, 979,95; matières solides, 20,05. Ces dernières contenaient : éléments organiques, 13,699; matières minérales, 6,565. Des substances fixes, l'alcool dissolvait 7,701, l'eau 4,75 pour 1000 de crachats.

Si l'irritation de la muqueuse passe franchement à l'état inflammatoire et se prolonge, on voit dans les crachats apparaître des globules de pus, en même temps que les matières grasses y deviennent plus abondantes.

Dans la bronchite aiguë, les crachats sont quelquefois gélatiniformes. Cet état disparaît quand la fièvre tombe. Il est probablement dû à la résorption de l'eau du mucus. Des crachats analogues peuvent apparaître dans la pneumonie.

Dans la coqueluche, les crachats sont filants, transparents, non aérés. On ne sait s'ils contiennent de l'albumine. Dans la dernière période de la maladie, ces crachats sont rendus opaques par des globules de pus.

On rend souvent dans les catarrhes légers, ou dans la congestion du larynx, des crachats contenant, au milieu d'un liquide plus clair, des grumeaux glutineux jaunes, verts ou noirâtres (*fig.* 71). Ces sputa portent le nom de *crachats perlés*. Les grumeaux ne sont autre chose que du mucus plus visqueux mélangé à quelques cellules et noyaux d'épithélium, ainsi qu'à des globules graisseux que colore, soit la matière du sang altérée, soit des parcelles de charbon ou surtout de noir de fumée. On trouve habituellement dans ces crachats : du mucus concret gélatiniforme; des cellules épithéliales pavimenteuses ou sphériques, chargées de granulations graisseuses, protéiques ou charbonneuses ; des noyaux appartenant à ces cellules, des granulations libres; des leucocytes en quantité variable, et quelquefois des stries de sang.



Fig. 71. — *a*, Mucus de l'arrière-gorge, d'après Bennett, contenant beaucoup de cellules épithéliales dont quelques-unes très-pigmentées. Les cellules les plus petites sont peut-être des leucocytes.

Crachats purulents. — Les crachats qui contiennent du pus se reconnaissent aux caractères de cette production pathologique. (Voir Pus.) Ils sont presque toujours accompagnés de globules

graisseux, de mucus et d'un peu de salive (*fig.* 72). Le crachat purulent est mal lié. Le mucus forme avec la collection de pus, une masse blanc jaunâtre ou verdâtre, visqueuse, qui s'aplatit après l'expectoration et produit le crachat *nummulaire*. Celui-ci est formé d'une collection arrondie de leucocytes surmontant un mucus d'aspect gommeux transparent, jaune ou verdâtre.

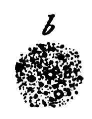


Fig. 72. — *b*, Masses de corpuscules et de globules graisseux des crachats mucoso-purulents

Bien que ce crachat spécial se rencontre le plus souvent dans la tuberculose avancée, il peut exister dans d'autres affections à la suite de certaines bronchites ou de la rougeole, dans la troisième période de la pneumonie. Le crachat purulent, jeté dans de l'eau salée au dixième, trouble cette solution et se précipite au fond du vase, tandis qu'il surnage s'il est principalement formé de mucosités.

Crachats tuberculeux. — Ce sont les crachats mêmes que nous venons de décrire. Dès la deuxième période, ces crachats sont opaques, verdâtres, désaérés et contiennent déjà de nombreux leucocytes. Plus tard, ils deviennent plus homogènes, nummulaires, et prennent l'aspect de masses glutineuses nageant sur un liquide séreux (*fig.* 73). Si la phthisie est arrivée à sa troisième période, s'il existe dans le poumon des excavations remplies de pus, les crachats entraînent avec eux une partie de cette transsudation séro-fibrineuse amorphe, molle et purulente, qui se forme à la surface des abcès, en même temps que des débris tuberculeux des tissus et surtout des fibres élastiques du tissu conjonctif qui résistent le plus longtemps à la décomposition. Ces débris, cette matière amorphe jaune verdâtre, et ces globules de pus, font distinguer ces crachats tuberculeux des crachats de la bronchite chronique. Dans l'un et l'autre cas, on trouve dans ces *sputa* une petite quantité d'albumine.



Fig. 73. — *c*, Masse de corpuscules et de débris tuberculeux des crachats de la phthisie.

Si une parcelle de ces crachats est traitée sous le microscope par l'acide acétique étendu, on s'aperçoit que les corpuscules de pus, dont le noyau devient alors visible et l'enveloppe transparente, sont en fort petite proportion. Un certain nombre de cellules irrégulières, d'apparence ridée, et qui ont à peu près le diamètre des corpuscules purulents, deviennent alors distinctes ; elles n'ont pas

de noyau, mais contiennent de 1 à 6 ou 7 granules. On leur donne le nom de *corpuscules tuberculeux*. L'eau ne les altère pas, l'acide acétique les rend plus diaphanes. Ces cellules irrégulières augmentent quand le tubercule se ramollit. Elles sont englobées dans un détritus moléculaire granuleux, pêle-mêle avec des débris amorphes, des corpuscules graisseux et des fibrilles de tissu élastique. Ces dernières apparaissent nettement, sous forme de fibres foncées, quelquefois enroulées sur elles-mêmes, quand on traite ces crachats par une lessive étendue de soude.

L'injection sous-cutanée des crachats précédents entraîne en général la mort à la suite de phénomènes septicémiques. (*Lebert; Roustan; Klaus*[1].) L'ingestion des crachats tuberculeux suffit pour infecter de phthisie divers animaux[2].

Crachats sanglants. — Lorsque le sang existe dans un crachat, on ne peut le méconnaître soit à l'examen direct, soit à l'examen microscopique. En général, on l'y trouve par stries et mal mélangé au reste du crachat. Si le sang expectoré est très-abondant et rutilant, il provient de la rupture d'un vaisseau. Toutefois sa couleur peut être masquée par d'autres matières colorantes, ou parce que l'hémoglobine a déjà subi diverses altérations. Il sera bon de reproduire alors les cristaux de chlorhydrate d'hématine, en agissant comme nous l'avons dit à propos du SANG et de l'URINE PATHOLOGIQUE. Le crachat sanguinolent donnera toujours par la chaleur un coagulum brunâtre.

Crachats pneumoniques. — Les crachats rendus par le malade, dans la première période de la pneumonie, portent le nom de *crachats rouillés ou safranés.* C'est un *sputum* brun ou jaune-rougeâtre, visqueux, transparent, constitué par un mélange de mucus, de sérosité rougeâtre mêlée de quelques globules hématiques intacts, blancs et rouges, enfin d'épithéliums saisis dans une

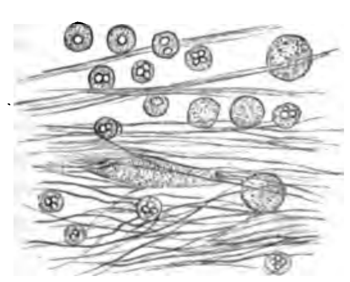


Fig. 71. — Crachats visqueux jaunâtres d'une pneumonie, traités par l'acide acétique. Globules de pus; striations de mucine; cellules épithéliales pigmentées.

[1] LEBERT, *Arch. gén. de méd.*, 1867, t. XI, p. 670. — KLAUS, *Virchow's Archiv.*, septembre, 1869.

[2] Voir à ce sujet la thèse d'agrégation de M. Damaschino, p. 144 à 146. Paris, 1872.

trame finement striée, formée par de la fibrine extravasée et comme moulée sur les rameaux des petites bronches. On trouve toujours dans ces crachats une certaine quantité d'albumine coagulable par la chaleur.

Dans la seconde période de la pneumonie, alors que le poumon s'est hépatisé, les crachats deviennent moins foncés et plus visqueux. On y retrouve (*fig.* 74) tous les éléments précédents, mais en partie altérés, et formant une masse glutineuse ou liquide, grisâtre, purulente, contenant beaucoup plus de mucine qu'à l'état normal, et, d'après Beale, un excès de chlorure de sodium, qui disparaît en même temps des urines. Cette remarque a été infirmée par F. Hoppe[1] et par Hœppfner[2]. Ce dernier auteur a trouvé par litre de mucus laryngo-bronchique expectoré, les quantités suivantes de chlorure de sodium :

Malades.	NaCl. Par litre de crachats.	NaCl. En urines de 24 heures.	Observations.
N° I. — 6e jour.. . . .	4^{gr}.50	0^{gr}.50	Crachats, jus d'abricot.
Id. — 13e jour.. . . .	8 .20	2 .52	»
N° II..	4 .64	0 .64	Crachats glutineux adhérents.
Id. 4 jours après. . . .	7 .72	4 .40	Muco-pus.
N° III. — 6e jour. . . .	4 .30	4 .40	»

Or, d'après Nasse, 1 litre de mucus laryngo-bronchique contenant 5^{gr}.80 de chlorures alcalins, on voit que, d'après les observations précédentes, ces sels ont souvent diminué au lieu d'avoir augmenté dans les crachats de la pneumonie.

Quand l'hépatisation grise envahit le poumon, les crachats deviennent bruns, ils sont moins visqueux, ils se strient de filets grisâtres. Ils sont formés d'un liquide séreux, riche en albumine, tenant en suspension, outre les éléments précédents, des corpuscules muqueux et surtout purulents, des granulations graisseuses, des épithéliums.

Les matières colorantes de la rhubarbe, des pruneaux, communiquent quelquefois leur coloration aux crachats morbides. Il suffit de mentionner ici cette cause d'erreur.

Crachats noirâtres. — Les crachats peuvent être noirâtres ou

[1] *Deutsche Klinik,* 1854.
[2] *Thèse de Paris,* 1872.

parsemés de granulations plus ou moins foncées, soit qu'à la suite d'une inflammation chronique des bronches il y ait eu altération et extravasation du pigment sanguin, soit que le sujet qui rend ces crachats soit habituellement exposé à respirer dans une atmosphère riche en particules de charbon pulvérisé. Ainsi les mineurs, les charbonniers, sont sujets à une maladie inflammatoire chronique du poumon dans laquelle ils rendent des crachats noirs, où le microscope fait reconnaître des brins de houille ou de charbon de bois. Les crachats véritablement charbonneux ne se décolorent par aucun réactif, tandis que les crachats de pigments morbides se décolorent par le chlore, et par les alcalis à chaud.

Crachats œdémateux, pituiteux. — Dans certains cas graves, *bronchite aiguë, pleurésie, œdème pulmonaire, phthisie,* le poumon subit une infiltration séreuse, et le sujet rend des crachats écumeux, clairs, abondants, médiocrement riches en albumine, contenant rarement de la fibrine coagulable, et pauvres en chlorure de sodium. On y trouve quelquefois des globules de pus. Ces crachats s'observent en général à chaque poussée inflammatoire, et prennent de plus en plus les caractères des crachats muqueux lorsque l'état s'améliore.

Dans la *bronchorrée* les bronches sécrètent, pendant plusieurs jours, un liquide incolore, spumeux, filant, abondant. On a donné à ces crachats le nom de *pituiteux*. Les leucocytes peuvent les rendre opaques. Dans la coqueluche, la matière expectorée est glaireuse, non aérée, quelquefois troublée par des globules de pus et des épithéliums.

Crachats pseudo-membraneux.—Cette production pathologique, tantôt infiltrée dans l'épaisseur même de la couche muqueuse des conduits aériens, tantôt déposée à sa surface, est formée d'une substance un peu tenace, ayant l'aspect de membranes ou de rameaux moulés sur les petites bronches, et enveloppés dans le crachat de mucus ou de muco-pus. Les membrane sont formées d'un réseau clair de mailles, ayant de $0^{mm},02$ à $0^{mm},002$ de diamètre, remplies de sérosité et contenant des globules de pus et des noyaux libres. Ce réseau peut être recouvert de diverses espèces de cryptogammes. (Voir, t. I. p. 22 et suiv. *Germes, miasmes répandus dans l'air.*) Des cylindres d'une matière d'apparence fibrineuse, mais se rapprochant davantage du mucus, moulés sur les bronches et sur leurs plus petites ramifications, se rencontrent aussi dans les cra-

chats pneumoniques et dans ceux de la bronchite capillaire.

Il est fort douteux que cette substance membraniforme soit formée de fibrine, et ces fausses membranes ne ressemblent nullement aux fausses membranes feutrées des séreuses. (Voir ce qui a été déjà dit à ce sujet, t. II, p. 485.)

Crachats albumineux. — L'albumine se rencontre dans beaucoup de crachats, non-seulement dans les crachats sanglants et purulents, mais chaque fois que le poumon est le siége d'une congestion active puissante, quand il y a œdème de son parenchyme, à la suite de la thoracentèse surtout[1], et sans que pour cela il y ait eu perforation de la plèvre. Dans ce dernier cas, la sérosité pleurale pourrait se faire jour au dehors sous forme de crachats albumineux, mais on constaterait alors, le plus souvent, un hydropneumothorax, et d'ailleurs le liquide expectoré serait beaucoup plus riche en albumine que ne le sont, en général, les simples crachats albumineux, et se coagulerait abondamment, et souvent en masse, par l'action de la chaleur.

Réciproquement, s'il y a hydropneumothorax et crachats albumineux, on ne sera pas toujours fondé à admettre qu'il y ait eu passage de la sérosité pleurale dans les crachats. Tel est le cas de l'observation publiée par M. Dujardin-Beaumetz[2], d'une jeune femme dont l'expectoration albumineuse s'arrêtait quelques jours, après chaque ponction du thorax, pour reprendre ensuite lorsque l'œdème pulmonaire avait sans doute reparu. Ces crachats albumineux examinés, par M. G. Daremberg, formaient un liquide neutre, mousseux, filant, riche en mucus et épithéliums, contenant des cristaux de cholestérine et de matière grasse amorphe. Ils précipitaient, par le chlorure de mercure, le ferrocyanure de potassium et le tannin, et coagulaient par la chaleur. M. Daremberg a trouvé par litre de ces crachats, 1 gramme d'albumine, et $2^{gr},56$ d'urée. La sérosité pleurale de la même malade analysée quelques jours après, a donné $0^{gr},58$ d'urée et $66^{gr},88$ d'albumine par litre.

Dans les crachats grisâtres et filants de l'asthme, de l'emphysème, des maladies du cœur et de l'aorte, de la pleurésie avant qu'on n'ait pratiqué la thoracentèse, enfin dans ceux des albuminuri-

[1] Voir à ce sujet la thèse de M. Terrillon. Paris, 1873. Observations III, IV, XIV, XV, XVII, XVIII, XX, et celle de M. Prodhomme. Paris, 1873.

[2] *Soc. méd. des hôpitaux*, Paris, 13 juin 1875.

ques, la chaleur ne détermine qu'un très-faible trouble, même lorsque le liquide a été acidifié au préalable.

Divers autres crachats. — Les crachats gangreneux du poumon dont on a déjà dit un mot p. 501, se reconnaissent déjà à leur odeur infecte, douceâtre et non gangréneuse au début de l'affection, aux détritus qu'ils contiennent : globules graisseux, fibres élastiques, globules de sang et de pus. Ils sont souvent couleur chocolat. Leur saveur, perçue par le patient, est piquante et nauséeuse. On y trouve un grand nombre de granulations qui, lorsqu'on étend ces crachats d'un peu d'eau, donnent rapidement naissance à une quantité de *vibrions* ou de *leptothrix*, de cellules de levure de bière, de sarcines etc. (*Jaffé*, *Leyden*, *Robin*).

Les abcès des reins, lorsqu'ils s'ouvrent dans les bronches, communiquent aux crachats la purulence et l'odeur urineuse.

Il est arrivé quelquefois qu'on rejetât, sous forme de crachats, des corps arrondis, durs, pierreux, véritables concrétions du poumon, arrachées et crachées à la suite d'un violent effort de toux. Nous en avons parlé plus haut.

Friedreich, Förster et Leyden ont observé dans les crachats de l'asthme bronchique sec, des cristaux en pyramides doubles très-allongées, insolubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau chaude, insolubles dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, disparaissant rapidement dans les acides. Friedreich les considère comme formés de tyrosine, mais Neumann a contesté cette affirmation.

Concrétions des voies respiratoires. — On a quelquefois trouvé dans le nez, les amygdales, la trachée, etc., des concrétions souvent formées de mucus sécrété par les parois de ces conduits. Elles sont, en général, très-riches en mucine mélangée de graisses, de phosphates, et de carbonates de chaux et de magnésie ; quelquefois ces derniers sels prédominent et forment de petits calculs tels que ceux de la fig. 75 En voici quatre analyses : la première, due à Brandes, se rapporte à une concrétion nasale ; la seconde, de Préval, donne la composition d'une concrétion trachéale ; la troisième, de Gorup-Besanez, et la quatrième, de Sgarzy, ont trait à des calculs du poumon [1] :



Fig. 75 — Concrétions riches en phosphate de chaux trouvées dans les crachats.

[1] Voir sur un autre calcul *Gaz. hebd.* 18 octobre 1872.

	I.	II.	III.	IV.
Eau	8.93	?	?	1.2[1]
Mucus	?	?	32.46	7.2[2]
Matières grasses	?	»	17.17	15.6
Phosphate tricalcique	79.56	60.4	50.37	3.9
Carbonate calcique	6.41	»		
Carbonate magnésien	»	12.1	»	0.6
Sels solubles	0.58	»	traces	»
Oxyde de fer	»	»	»	0.9
Silice	»	»	»	0.8

Bernheim[3] a signalé, chez quelques goutteux, l'élimination par les crachats de concrétions calculeuses d'acide urique.

CHAPITRE III

RESPIRATION DANS LES DIVERS ÉTATS PATHOLOGIQUES

On ne peut que regretter beaucoup l'absence de travaux complets et consciencieux sur l'état de la respiration pendant les maladies. A peine quelques faits sont-ils aujourd'hui bien étudiés, et cependant de quelle utilité ne serait pas pour la pathologie générale la connaissance des lois que suit la respiration dans le cours des maladies et sous l'influence des divers agents thérapeutiques?

En 1849, P. Hervier et Saint-Lager ont, à ce point de vue, divisé les maladies en trois classes : 1° celles où l'exhalation d'acide carbonique reste normale ; dans ce groupe il faut placer les maladies chroniques sans fièvre ; 2° celles où l'exhalation de l'acide carbonique augmente ; c'est le cas des phlegmasies franches, à l'exception toutefois de celles qui ont pour siége le poumon ou les organes de la circulation ; 3° celles où l'exhalation d'acide carbonique diminue, savoir : les phlegmasies pulmonaires et cardiaques, la phthisie, les fièvres éruptives, le travail de suppuration, les diarrhées chroniques et la dysenterie, la fièvre typhoïde, le choléra. Cette classification appuyée sur un petit nombre de faits

[1] Dont 0,9 de mucus et 0.3 d'albumine.
[2] Dont 6,6 de cholestérine et 0,6 de matières grasses solubles dans l'éther.
[3] *Soc. de méd. de Strasbourg*, 6 juin 1872.

encore incomplétement connus est insuffisante en ce qu'elle n'est fondée que sur l'observation de l'une des caractéristiques de l'état respiratoire : l'exhalation d'acide carbonique. Mais quoiqu'elle pèche par quelques points de détail, comme nous le verrons plus bas, elle n'en est pas moins à peu près exacte au fond.

Dans la *chlorose*, suivant Hanover, les femmes expirent plus d'acide carbonique que dans l'état de santé. Cette ancienne observation (1845) a été jusqu'à un certain point confirmée par les résultats obtenus sur un leucémique par Pettenkoffer et Voit. Voici leurs nombres relatifs à la respiration et à la perspiration de ce malade :

	O absorbé.	CO^2 exhalé.	H^2O exhalé.
12 h. de jour.	346gr.2	480gr.9	322gr.1
12 h. de nuit.	329 .2	499 .0	759 .2
En 24 heures.	675 .4	979 .9	1081 .3

Dans les 24 heures, les nombres moyens normaux étant de 950 à 970 grammes d'acide carbonique exhalé, et de 790 grammes d'oxygène absorbé, l'exhalation d'acide carbonique a donc été un peu élevée chez ce patient et l'absorption d'oxygène un peu faible.

Il est bon de remarquer aussi, à propos du tableau précédent, la faible différence entre le dégagement d'acide carbonique le jour et la nuit. On sait que dans l'état de santé l'homme accumule, en général, une provision d'oxygène durant son sommeil, et que grâce à elle, il produit ensuite, durant le jour, une quantité d'acide carbonique contenant plus d'oxygène que celle qui est absorbée par lui dans le même temps. Cette observation n'a pas été faite chez ce leucémique.

Dans la *phthisie* tout le monde s'accorde à reconnaître que l'exhalation de l'acide carbonique diminue. Encore doit-elle être partiellement compensée pendant la fièvre hectique, et dans les états fébriles qui coïncident avec les recrudescences des phlegmasies internes. On sait, du reste, que dans la phthisie la quantité d'air inspirée s'abaisse notablement, et que la diminution de la *capacité vitale* du poumon peut même servir à diagnostiquer cette affection.

Réciproquement, la respiration d'un air imparfaitement renouvelé, confiné, vicié, entraîne la phthisie chez les sujets qui y sont même très-légèrement prédisposés.

La *bronchite* n'aurait pas d'influence sur la quantité d'acide carbonique expirée. (*Hanover*.)

D'après Pettenkoffer et Voit, les *diabétiques* inspirent, moins d'oxygène, et expirent moins d'acide carbonique, que les individus sains de même poids. De plus, comme pour les chlorotiques, on n'observe pas de différences notables dans leur respiration de jour et de nuit. Voici quelques chiffres donnés par ces auteurs. Les gaz de la respiration et de la perspiration étaient dosés ensemble.

	O absorbé.	CO^2 exhalé.	H^2O exhalé.
Diabétique { jour.	278.0	359.3	308.6
Diabétique { nuit.	294.2	300.0	302.7
En 24 heures.	572.2	659.3	611.3
Homme sain en 24 heures. . .	708.9	911.5	828.0

On sait aussi que chez l'homme sain on augmente l'absorption d'oxygène quand on fait croître la quantité de ses aliments azotés. Il n'en est plus ainsi chez le diabétique :

	OXYGÈNE ABSORBÉ.	
	Homme sain.	Diabétique.
Nourriture mixte.	852	680
Nourrriture azotée. . . .	865	613
Inanition.	760	340

Cette imparfaite combustion due à l'élimination du sucre et à l'assimilation imparfaite de l'oxygène, produit en général chez le diabètique chronique exempt de fièvre, un abaissement de la température.

Doyère a observé que dans la *fièvre typhoïde* l'élimination de l'acide carbonique s'abaisse au-dessous du quart ou du cinquième de la quantité normale. Cette diminution des oxydations internes est d'autant plus marquée que le cas est plus grave.

Le même auteur a fait une remarque analogue dans la *pneumonie aiguë*.

Rayer[1] a découvert, il y a longtemps, que les *cholériques* absorbent très-imparfaitement l'oxygène inspiré, et que l'air qu'ils expirent est très-pauvre en acide carbonique. Doyère[2], en 1854, a fait à ce

[1] *Gaz. méd. Paris.*, t. III, p. 277.
[2] *Monit. des hôpitaux*, t. II, p. 97. — *Compt. rend. Acad. Sc.*, t. XXVIII, p. 636, et t. XXIX, p. 454.

sujet un très-grand nombre d'observations qui ont confirmé l'assertion de Rayer. En moyenne, ces malades expirent des gaz chargés de 2 à 3 pour 100 seulement d'acide carbonique, et plus l'attaque de choléra est grave, moins ils absorbent d'oxygène, sans que cependant cette absorption soit jamais nulle. Si le chiffre d'oxygène absorbé se maintient au-dessus de 3 pour 100, et celui de l'acide carbonique exhalé au-dessus de 2,3 pour 100 d'air expiré, le patient guérit en général; mais Doyère n'a vu aucun malade résister si l'oxygène absorbé est inférieur à 1,75 pour 100 et l'acide carbonique exhalé moindre que 1,45 pour 100 volumes d'air expiré. Peu d'heures avant la mort la température s'élève un peu; toutefois l'acide carbonique arrive alors à son minimum, 1 pour 100 du volume des gaz expirés.

Dans *l'urémie* idiopathique, et dans les maladies où l'élimination d'urine ne se faisant pas, l'urée s'accumule dans le sang, les gaz expirés paraissent contenir une petite quantité de carbonate d'ammoniaque que l'on peut déceler en faisant, au moyen d'un tube mis entre les lèvres du malade, passer les gaz de la respiration dans le réactif de Nessler, ou simplement en présentant durant quelques minutes un papier de tournesol rouge et humide, devant le nez du sujet. Il faut dans ces expériences se rappeler toutefois que la fermentation ammoniacale ou putride des matières alimentaires restées dans la bouche du malade peut aussi donner des traces d'ammoniaque[1].

Du reste, l'élimination d'une petite quantité d'ammoniaque par la respiration n'est point caractéristique de l'urémie. Le même phénomène s'observe, à des degrés divers, dans un grand nombre d'affections telles que l'ictère grave, le choléra, le typhus, la scarlatine, la gangrène pulmonaire, etc.

Expiration des substances médicamenteuses ingérées. — Les substances volatiles si souvent ingérées pendant les maladies, telles que les essences, le camphre, l'éther, le chloroforme... le phosphore lui-même, sont le plus souvent éliminées en telle quantité par le poumon que non-seulement on en perçoit nettement l'odeur dans l'air expiré, mais qu'elles peuvent, quand elles ont été ingérées en grande quantité, produire une véritable congestion pulmonaire comme l'a bien montré Cl. Bernard[2].

[1] On doit donc, au préalable, lui faire plusieurs fois rincer la bouche avec de l'eau pure.
[2] *Leçons sur les liquides de l'organisme*, t. II, p. 166.

LIVRE VI

ALTÉRATIONS, INFILTRATIONS ET DÉGÉNÉRESCENCES DES TISSUS

Nous avons réuni dans ce dernier Livre l'étude des altérations générales dont les tissus peuvent être atteints, dégénérescences ou infiltrations *graisseuses*, *colloïdes*, *amyloïdes*, *pigmentaires*, etc.; ainsi que les dégénérescences dont certains tissus en particulier, tels que les muscles, la matière nerveuse, les os, etc., peuvent être plus spécialement le siége.

CHAPITRE PREMIER

DÉGÉNÉRESCENCES ET INFILTRATIONS DES TISSUS EN GÉNÉRAL

Un tissu peut être modifié histologiquement, et le plus souvent aussi chimiquement, de trois manières principales :

Il peut être le siége d'une hypertrophie anormale de l'un de ses éléments constitutifs, ou même d'une *néoplasie* avec production, de cause pathologique, d'éléments anormaux ou qui ne se rencontrent que dans d'autres points de l'organisme. Ce mode d'altération des tissus donne lieu aux tumeurs hétéroplastiques et néoplasmatiques;

Ou bien il peut se faire, dans les éléments normaux du tissu, un dépôt de matières dont la nature ou la quantité sont anormales, telles que graisses, molécules albumineuses, pigments, etc.; les cellules primitives ainsi altérées, et le tissu lui-même, subissent dès lors une transformation ou *dégénérescence* progressive en général destructive;

Ou bien enfin des molécules étrangères au tissu peuvent se déposer entre ses éléments sans se substituer aux parties nor-

males. Celles-ci s'enrichissent alors outre mesure de telle ou telle substance nouvelle. Il en résulte l'*infiltration* pathologique, ou simplement anormale, du tissu qui peut en général revenir dans ce cas, sous d'autres influences, à son état primitif.

Autant que possible, le médecin et l'histologiste, doivent donc séparer l'étude des *infiltrations* de celle des *dégénérescences;* mais la délimitation de ces deux espèces d'altérations n'est point, dans l'état actuel de nos connaissances, assez précise pour que nous ayons cru devoir séparer ici l'étude chimique encore bien imparfaite de ces diverses altérations des tissus. Nous n'avons pas d'ailleurs à faire, dans cet ouvrage, l'histoire des tumeurs hétéroplastiques. Les recherches les plus modernes n'ont rien indiqué en effet dans ces productions pathologiques qui ne se retrouvât en général dans les tissus normaux de l'organisme. Les tumeurs carcinomateuses elles-mêmes, malgré leur caractère malin, sont formées de tissus de composition normale, et l'on n'y a signalé encore que très-rarement quelques principes définis nouveaux. Nous nous bornerons donc à réunir dans ce Premier Chapitre, ce que nous aurons à dire de particulier sur ces productions morbides.

Quel que soit le mécanisme qui amène les dégénérescences ou les infiltrations pathologiques, que l'on admette que le sang apporte aux éléments des matériaux de quantité ou de qualité anormales qui ne sauraient être entièrement assimilés et qui se déposent dans les cellules ou suintent par exosmose au dehors de leurs enveloppes; ou bien que l'on suppose que les éléments histologiques fassent subir aux matériaux nutritifs une transformation d'où résultent des principes nouveaux impuissants à nourrir certaines cellules, ou capables de donner la prépondérance à certaines autres, les altérations dont nous allons parler, sont toujours caractérisées par l'apparition en proportion exagérée de principes immédiats qui existent en petite quantité dans le sang normal, tels que la graisse, la cholestérine, les sels calcaires, les matières protéiques, etc., ou qui se trouvent normalement, comme la substance amyloïde, le mucus, les pigments, etc., dans d'autres points de l'économie.

Nous allons d'abord, dans ce Premier Chapitre, étudier à un point de vue général et successivement : Les dégénérescences et infiltrations *graisseuses*, *albumineuses*, *muqueuses*, *amyloïdes ou lardacées*, *colloïdes ou cireuses*, *pigmentaires et minérales*. Dans un second chapitre nous dirons ce que l'on sait des dégénéres

cences de chacun des tissus en particulier. Quant aux infiltrations des tissus par les liquides séreux, et aux sérosités elles-mêmes, elles ont été déjà étudiées au Livre IV[e].

§ 1. — DÉGÉNÉRESCENCE ET INFILTRATION GRAISSEUSES[1].

La dégénérescence graisseuse se produit dans tous les tissus où la circulation est insuffisante; elle se généralise lorsque le sang est soumis à l'action de certains poisons, tels que le phosphore, l'arsenic, les acides biliaires, certains virus, l'alcool à doses répétées, etc., qui agissent spécialement sur le globule rouge pour empêcher ou diminuer l'hématose.

Quelle que soit la cause de la dégénérescence, on voit (fig. 76) des globules graisseux très-petits se multiplier et envahir peu à peu la cellule qui devient alors granuleuse, tandis que son noyau et son enveloppe s'atrophient et tendent à disparaître; en même temps la matière protoplasmatique se dissout peu à peu dans le liquide alcalin de la cellule, et produit sans doute comme résultat de son dédoublement, le corps gras et souvent la cholestérine.

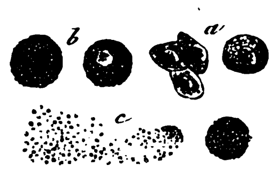


Fig. 76 — Dégénérescence graisseuses des cellules. *a*, cellules ou commence à paraître une grosse goutte de graisse. *c*, corpuscules granuleux en voie de fonte graisseuse.

Les graisses peuvent prendre naissance en effet au sein de l'économie par une transformation chimique des matières albuminoïdes. Boussingault, Voit, Tscherinoff, Ssubottin, etc., ont démontré que les animaux peuvent être engraissés avec une nourriture riche en substances protéiques et exempte de corps gras et d'hydrates de carbone (voir t. I, p. 567). Chauveau a observé que, dans le bistournage, les tissus du testicule finissent par se transformer entièrement en corps gras quand, enveloppés dans leurs membranes, ils ne reçoivent plus de sang. Dans l'empoisonnement par le phosphore, les tissus du cœur et du foie sont en très-grande partie transformés en graisse; en même temps les

[1] Voir à ce sujet : LECORCHÉ, *Arch. de physiol. norm. et path.*, 1868, p. 571. — BLACHEZ, Thèse de concours, *Sur la Stéatose*, Paris, 1866. Leclerc, éditeur; p. 32, 38, 40, 65. — RITTER, Thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1872; ainsi que les auteurs divers cités par RINDFLEISCH. Trad. franç., p. 27.

urines contiennent *une quantité d'urée exagérée*. Burdach a démontré que pendant le développement de l'œuf du *Limnæus stagnalis*, la graisse quadruple de quantité tandis que diminue proportionnellement la matière albuminoïde. Wagner en plaçant des morceaux de muscles ou d'albumine coagulée dans la cavité abdominale d'animaux vivants, les a vus s'enkyster et plus tard se transformer en graisses. Enfin Wurtz a démontré directement la production des acides gras dans la putréfaction de la fibrine. On ne saurait donc se refuser à admettre dans l'économie, une transformation directe sous certaines influences encore mal définies, des matières protéiques en corps gras.

Dans la cellule en état de dégénérescence graisseuse on voit, peu à peu, la matière et les granulations albumineuses diminuer de volume et disparaître, tandis que les granulations graisseuses les remplacent petit à petit sans qu'augmentent de quantité les graisses interstitielles déposées entre les éléments, ce qui éloigne l'idée d'une simple infiltration. Cette matière grasse semble même passer par un état intermédiaire, analogue au protagon ou à la vitelline, état dans lequel elle est encore copulée avec une substance albumineuse, ou tout au moins azotée, qui la rend insoluble dans ses dissolvants naturels. Mais les moindres influences, une faible quantité d'acide ou d'alcali par exemple, la font apparaître ou la rendent dès lors soluble dans l'éther. Plus tard, lorsque la graisse est entièrement libre, elle peut subir diverses modifications, être résorbée, transformée en un liquide séreux (voyez t. I, p. 330), saponifiée, grâce sans doute aux alcalis du sang. On voit alors la cellule dégénérée, ou les corps gras qui l'ont remplacée, se transformer peu à peu en amas, souvent cristallins, de margarine, d'acides margarique, stéarique ou palmitique. Enfin, surtout quand il y a inflammation des cellules ou des parois qui les contiennent, viennent se joindre à ces divers produits des cristaux de cholestérine.

Dans le *carcinome mou* ou *encéphaloïde*, les cellules proliférantes (en général les épithéliums glandulaires), réunissent et soudent pour ainsi dire leur protoplasma. Elles sont envahies par des granulations et par des gouttelettes graisseuses qui, mélangées à la partie limpide du protoplasma, forment ce suc blanchâtre qui s'écoule des sections fraîches faites sur ces tumeurs. Mais on n'a pu rencontrer dans cette liqueur aucun principe spécifique. Du

reste, que le cancer soit mou ou dur (*squirrhe, cancroïde*), c'est à la métamorphose graisseuse régressive que la tumeur doit son ramollissement final.

Voici quelques nombres qui fixeront les idées sur la quantité de graisse contenue dans ces productions pathologiques[1] :

	Graisse p. 100.
Encéphaloïde de l'orbite.	4.18
» de la région parotidienne.	1.56
Squirrhe du sein d'une femme.	2.00
» région dorsale chez un homme.	8.05

Dans ces tumeurs, et surtout dans les cancroïdes, la graisse est en général accompagnée de cholestérine.

Dans l'*infiltration graisseuse*, la graisse se dépose surtout entre les fibres ou les cellules du tissu qu'elle peut repousser et atrophier, mais en général elle ne se substitue pas directement aux matières protéiques elles-mêmes, et, sous des influences inverses, les éléments histologiques et le tissu tout entier peuvent reprendre leur état normal.

L'infiltration et plus tard la dégénérescence graisseuse des muscles s'observe sur les fibres lisses ou striées. Elle consiste le plus souvent au début, en une infiltration interfibrillaire de globules graisseux avec ou sans atrophie de la fibre même. Mais dans un état plus avancé, la graisse peut envahir le contenu de la gaîne sarcolemmatique et se substituer à la matière contractile. Cette dégénérescence tend à se produire sous diverses influences, mais surtout quand le muscle reste au repos complet; alors le glucose s'y accumule, et plus tard ou en même temps, y apparaît une quantité surabondante de graisse. Chez les grenouilles en état d'hibernation, Witch a reconnu que les muscles subissent cette transformation, pour se reproduire ensuite durant l'été.

La dégénérescence graisseuse du tissu conjonctif peut atteindre soit les fibrilles ou lames conjonctives, soit leur substance unissante, soit enfin les cellules mêmes propres à ce tissu. On peut l'observer souvent dans la tunique moyenne des artères, ainsi qu'autour des foyers inflammatoires.

Dans le *lipome* proprement dit, non-seulement les cellules se

[1] Robin et Verdeil, *Chim. anatom.*, t. III: p. 8.

remplissent d'une graisse plus abondante et plus liquide qu'à l'état normal, mais encore elles grossissent se multiplient, et souvent subissent consécutivement la dégénérescence muqueuse.

Dans le *sarcome lipomateux* beaucoup de cellules, et spécialement celles du tissu conjonctif, s'infiltrent de graisses. Mais jamais les cellules graisseuses ne se réunissent en grappes comme dans le lipome proprement dit.

Nous renvoyons au chapitre suivant ce que nous avons à dire de particulier sur la dégénérescence graisseuse des cartilages et des os, du tissu nerveux, du foie, des reins et des muscles.

§ 2. — DÉGÉNÉRESCENCE ET INFILTRATION ALBUMINEUSE TROUBLE.

Dans les maladies aiguës qui provoquent une élévation de température considérable du sang, telles que la fièvre typhoïde, la pyohémie, les fièvres éruptives, dans les empoisonnements par le phosphore, l'arsenic, les venins, etc., les éléments des divers tissus et particulièrement des muscles, mais surtout les cellules épithéliales des muqueuses et des glandes, sont envahies par un dépôt de fines granulations pâles qui les troublent et les tuméfient. Ces granulations sont solubles dans l'acide acétique et la potasse et insolubles dans l'éther et le chloroforme, ce qui les distingue des gouttelettes graisseuses. Elles se colorent en rouge sous l'influence simultanée du sucre et de l'acide sulfurique.

Plus tard, si l'état morbide se prolonge, l'infiltration albumineuse semble passer peu à peu à la dégénérescence graisseuse[1].

§ 3. — DÉGÉNÉRESCENCE MUQUEUSE.

La substance fondamentale des tissus conjonctifs et des cartilages, surtout chez les vieillards, celle de certaines tumeurs (*enchondromes*, *sarcomes*), quelquefois les os eux-mêmes, peuvent se ramollir, devenir translucides, et se transformer en une matière analogue ou identique au mucus, dont la substance fondamentale, la mucine, diffère des matières albuminoïdes proprement dites en ce qu'elle est exempte de soufre, qu'elle se gonfle dans l'eau sans

[1] Voir à ce sujet CORNIL et RANVIER. *Manuel d'Histologie pathologique*, p. 41.

s'y dissoudre notablement, et qu'elle se contracte et devient plus apparente sous l'influence de l'acide acétique étendu.

La dégénérescence muqueuse est sans doute due à la production exagérée de la matière muqueuse qui, à l'état normal, fait l'office d'un vrai ciment entre les éléments cellulaires (*substance interfibrillaire du tissu conjonctif*). A ce titre on pourrait peut-être en rapprocher la *dégénérescence grise du tissu nerveux*, due à l'augmentation anormale de la matière qui réunit les fibres et les cellules nerveuses. Nous y reviendrons dans le chapitre suivant.

Les *gommes syphilitiques* sont formées d'une substance fondamentale conjonctive ayant subi la dégénérescence muqueuse, et de cellules qui s'infiltrent de graisse. Plus tard ces productions spéciales passent par un état caséeux et peuvent être résorbées ou expulsées au dehors.

Le *sarcome muqueux* est formé d'une substance tremblotante, capable de se gonfler, parsemée de cellules globuleuses ; la substance fondamentale gélatineuse prédomine à un tel point que le tissu cellulaire primitif semble avoir entièrement disparu.

Les tumeurs auxquelles Virchow a donné le nom de *myxomes* sont en grande partie formées d'une substance muqueuse dans laquelle apparaissent quelques cellules étoilées qui peuvent proliférer ou s'infiltrer de graisses.

§ 4. — DÉGÉNÉRESCENCE COLLOIDE.

Nous avons déjà étudié la dégénérescence colloide se produisant à l'état normal dans les cellules ou dans les follicules clos de la glande thyroïde (voir t. I, p. 563).

Cette substance colloïde, qui envahit plus particulièrement les cellules, est formée pour chacune d'elles d'un globule mou, incolore, transparent, refringent, qui peu à peu arrive à occuper toute lacavité cellulaire en en refoulant le noyau et faisant enfin disparaître l'enveloppe. Ces globules colloïdes peuvent alors se confondre en se soudant les uns aux autres, et former ainsi un petit glomérule d'où l'on peut faire jaillir par la pression la matière colloïdale épaissie. A mesure que la dégénérescence se propage, la matière colloïdale devient moins consistante, plus ambrée, et finit par se transformer en une masse tremblotante très-riche en

sel marin, et dont la substance fondamentale paraît être une matière non albuminoïde sur laquelle nous avons eu déjà l'occasion de nous étendre au Livre IV, à propos des kystes gélatineux de l'ovaire. (V. t, II, p. 492.)

La matière colloïde est insoluble dans l'alcool et l'éther. L'eau bouillante ne la transforme pas en gélatine, mais en une matière blanche qui devient pulvérulente par l'alcool. Elle se dissout à peine dans l'eau, et cette solution est incoagulable par la chaleur. La matière colloïde est soluble dans les alcalis qui l'altèrent. Elle ne paraît se dissoudre ni se contracter sous l'influence de l'acide acétique ou des acides minéraux; ceux-ci lors qu'ils sont très-étendus, la rendent seulement translucide. L'action simultanée de l'iode et de l'acide sulfurique ne la colore pas.

La matière colloïde chauffée quelques heures à 110° avec de l'eau se dissout en grande partie à l'exception de quelques épithéliums, noyaux et leucocytes, et forme une liqueur sirupeuse qu'aucun réactif métallique ne précipite, et qui par le tannin et l'alcool seulement donne des grumeaux blancs qui se redissolvent entièrement dans l'eau. Cette solution jouit de la propriété de rougir par le réactif de Millon à la façon de la tyrosine et des matières albuminoïdes, mais sauf ce caractère et son origine, elle n'a avec ces derniers principes aucun autre rapport.

J'ai fait avec MM. Cazeneuve et Daremberg l'étude de cette substance. Elle provenait de l'action de l'eau à 110° sur la substance gélatineuse extraite d'un kyste colloïdal de l'ovaire. La solution filtrée avait été précipitée par l'alcool, les flocons redissous dans l'eau et reprécipités plusieurs fois, étaient parfaitement purs [1]. Ils m'ont donné à l'analyse des nombres correspondant à la formule $C^6H^{15}AzO^6$ et que je rapporte ici :

	Experience.	*Théorie.* $C^9H^{13}AzO^6$
C	46.15	46.35
H	6 95	6.44
Az.	6.00	6.01
O	40.80	41.20

Cette substance, que nous avons nommé *colloïdine*, ne diffère de la tyrosine que par $H^2O + O$.

[1] Ils contenaient seulement 2 pour 100 de cendres (*phosphate de chaux*), qu'on peut, en grande partie, enlever par dialyse après avoir acidulé la solution.

M. Wurtz ayant eu l'occasion d'examiner autrefois le tissu colloïdal d'une tumeur du poumon, reconnut que la masse était en grande partie insoluble dane l'eau, en partie soluble dans l'acide acétique étendu, et qu'elle se transformait lorsqu'on la broyait avec de l'alcool en une matière blanche pulvérulente, qui, soumise à l'analyse élémentaire, lui donna les nombres suivants :

Carbone.	48.09
Hydrogène. . . .	7.47
Azote.	7.00
Oxygène.	37.44

Si l'on veut bien observer que la substance analysée par M. Wurtz avait été simplement précipitée par l'alcool sans que par solution préalable dans l'eau à 110°, et par filtration, on l'ait privée des noyaux, et des épithéliums que contient toujours toute tumeur, on voit que la matière analysée ne pouvait être très-homogène; et, toutefois, on remarquera la singulière analogie de nos deux analyses [1]. Elles démontrent que la substance colloïdale, dans les deux cas fort différents où elle a été analysée, possède la même composition, et qu'elle est formée, en très-grande partie, d'une substance ayant la propriété de se gonfler, de s'unir à une grande masse d'eau, et de passer par deux états l'un insoluble, l'autre soluble dans l'eau. Sa composition répond, lorsqu'elle est desséchée à la formule $C^9H^{15}AzO^6$: et ses propriétés générales sont celles d'une amide dérivée des substances protéiques [2].

Nous avons dit plus haut comment la métamorphose colloïde s'opère dans les cellules et comment celles-ci disparaissent et s'atrophient. Dans les muscles (surtout sur les *adducteurs de la cuisse* et *droits de l'abdomen*), sous l'influence du typhus abdominal dans les fièvres éruptives, l'urémie, le tétanos, on voit souvent une matière homogène, réfringente, se substituer peu à peu à la sub-

[1] Comme toutes les tumeurs, la matière analysée par M. Wurtz contenait quelques substances albuminoïdes, et l'on peut, d'après la différence de l'azote des deux analyses, calculer la quantité de corps protéiques mélangés. Si l'on refait alors le calcul en soustrayant de l'analyse de M. Wurtz les poids de C,H.Az,O, correspondants à la matière albuminoïde mélangée on retombe sur les nombres que nous avons trouvés.

[2] D'Après Eichwald (voir *Würzb. med. Zeitsch.*, t. V, p. 270, et t. VII. p. 6.) la matière colloïde ne serait qu'une modification du mucus. Les alcalis dissolvent l'une et l'autre, et les acides les précipitent de ces solutions. L'une et l'autre se dissoudraient dans les acides minéraux un peu concentrés. Nos recherches, et les analyses ci-dessus citées infirment entièrement cette manière de voir.

stance striée qui remplit le sarcolemme. Des granulations fines apparaissent dans le sens de la striation fibrillaire, puis elles augmentent, se pressent les unes contre les autres, rendent la fibre opaque et la transforment en blocs ou cylindres, d'aspect vitreux et fendillés, qui finissent par se morceler et se désagréger. Hayem a bien étudié cette dégénérescence[1] à laquelle on donne, suivant ses degrés, les noms de *granuleuse*, *vitreuse ou cireuse*. Ces divers altérations paraissent devoir être rapprochées de la dégénérescence colloïde sans se confondre avec elle.

Dans les muscles, comme dans les cellules, on observe souvent à la fois les dégénérescences colloïde et graisseuse, quelquefois même l'infiltration pigmentaire et calcaire.

Le *carcinome colloïde* n'est autre qu'une tumeur glandulaire envahie par la dégénérescence dont nous venons de faire l'étude.

§ 5. — DÉGÉNÉRESCENCE AMYLOIDE OU LARDACÉE. — MATIÈRE AMYLOIDE.

Dégénérescence amyloïde.—Beaucoup de tissus, le foie, le poumon, les reins, les capsules surrénales, les parois des vaisseaux, le cerveau, la charpente connective de la moelle, la prostate, la glande pinéale, et surtout la rate, subissent une dégénérescence spéciale qui consiste dans un dépôt, par places, d'une matière presque blanche, cireuse, assez résistante, d'un éclat terne, qui envahit leurs éléments, les gonfle, atrophie leur noyau ou le rend invisible. Arrivées au contact, les cellules ainsi dégénérées finissent par se fusionner en blocs irréguliers (*fig.* 77). La matière spéciale qui les remplit forme souvent des corps arrondis à couches concentriques analogues à des grains d'amidon, quoique infiniment plus gros qu'eux, ayant la propriété de prendre, lorsqu'on les humecte d'une solution d'iode, une coloration variant du rouge brun ou violet sale. Elle passe au violet et parfois au bleu, si l'on ajoute en même temps de l'acide sulfurique moyennement concentré.



Fig. 77 — Dégénérescence amyloïde des cellules.

[1] Voy. *Mém. Soc. biolog.*, 1866, [4], t. III, p. 95, et *Arch. de physiol. norm. et path.*, 1870, t. III, p. 81.

La substance amyloïde résiste à la putréfaction, à la suppuration et à la gangrène. Elle est souvent accompagnée de cholestérine, et paraît résulter d'une métamorphose régressive des matières albuminoïdes. Une matière analogue a été signalée par Friedreich dans les caillots fibrineux anciens [1].

Cette dégénérescence se produit, le plus souvent, chez les sujets atteints de syphilis constitutionnelle, de tuberculose, de carcinome, ou chez ceux qui ont été longtemps soumis à une suppuration prolongée.

La matière propre de ces concrétions a été surtont étudiée par C. Schmidt [2], Friedreich et Kekulé [3], Dunders [4], Hayem [5]. On la prépare comme il suit :

Le tissu amyloïde est broyé et traité successivement par beaucoup d'eau froide, et par de l'alcool dilué chaud, après addition d'un peu d'acide chlorhydrique. On a même conseillé de la faire digérer quelque temps avec du suc gastrique, précaution qui me paraît illusoire, car celui-ci ne rend soluble ni les fibres musculaires, ni le tissu cellulaire élastique, adipeux, etc. Cela fait on sèche la substance lavée aux acides et à l'alcool dilué, on la broie, et on la fait bouillir avec de l'alcool et de l'éther pour enlever les graisses et un peu de cholestérine. Le résidu est considéré comme homogène, mais il est encore souillé par quelques fibrilles élastiques.

Si l'on traite la matière ainsi purifiée par de l'iode et ensuite par un peu d'acide sulfurique concentré, tantôt elle se colore simplement en rouge violacé, tantôt elle prend une coloration d'un bleu pur, réaction qui parait montrer que la substance amyloide retirée de divers organes peut contenir dans sa molécule, sans doute sous forme de radicaux copulés, de la cellulose ou de corps analogues. Toutefois Schmidt n'a jamais pu préparer de sucre avec cette substance, ni par son ébullition avec les acides étendus, ni par l'action successive de l'acide sulfurique concentré et de l'eau bouillante. Du reste, purifiée comme il a été dit ci-dessus, la matière amyloïde présente la composition et les principales propriétés de l'albumine ordinaire, Elle donne la réaction de l'acide xanthroprotéique ;

[1] Voir *Union médicale*, avril 1867.
[2] *Ann. Chem. Pharm.*, t. CX, p. 250.
[3] *Virchow's Archiv.*, t. VI et VIII.
[4] *Nederl. Lancet*, 1854, p. 274.
[5] *Mém. Soc. biolog.*, 1865, [4], t. II, p. 181. — *Gaz. méd. Paris.*, 1866.

l'acide sulfurique la dissout, et si l'on ajoute du sucre et de l'acide acétique on obtient une belle couleur violet pourpre.

Elle contient 15,53 pour 100 d'azote et 1,3 pour 100 de soufre, abstraction faite de 0,79 pour 100 de cendres formées de phosphate terreux (*Kühne et Rudneff*). Le soufre ne se dissout pas dans la potasse à l'état de sulfure. La matière amyloïde est insoluble dans l'eau et dans le suc gastrique et soluble dans l'ammoniaque diluée.

L'acide acétique n'exerce aucune influence sur la matière amyloïde qu'il gonfle seulement lorsqu'il est concentré. L'alcool et l'éther restent sans action sur elle.

Les solutions de substance amyloïde dans les alcalis étendus étant neutralisées par un acide ne se coagulent pas par la chaleur. Elles précipitent en partie par l'acide acétique et le précipité formé est insoluble dans un excès. Les mêmes solutions donnent avec le sulfate de cuivre un précipité partiellement soluble dans les acides dilués.

La matière amyloïde se dissout, sans doute en s'altérant, dans l'acide sulfurique et dans l'acide chlorhydrique concentré.

Toutes ces réactions semblent démontrer que la matière amyloïde est un mélange de plusieurs espèces chimiques de compositions très-rapprochées de celle de l'albumine, et capables de donner parmi les produits de leurs dédoublements des corps analogues à la cellulose, mais pas de glucoses ordinaires par leur hydratation.

Corpuscules amyloïdes ou amylacés. — A la surface du cerveau, dans les granulations de Pacchioni, dans la substance cérébrale blanche, surtout dans les points atteints de dégénérescence grise, à la suite des maladies mentales ou atrophiantes du cerveau et de la moelle, dans les plexus choroïdes, dans les canaux excréteurs de la prostate chez l'adulte, sur diverses muqueuses, on rencontre souvent des corpuscules arrondis (*fig.* 78), de forme cellulaire, de 1 à 4 dixièmes de millimètre de diamètre, constitués par une superposition de couches concentriques, à la façon des granules d'amidon, mais contenant un noyau et formés de segments coniques à rayons partant du centre. On a donné à ces corps le nom de *corpuscules*

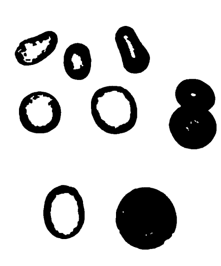


Fig. 78. — Corpuscules amyloïdes du cerveau de l'homme.

amyloïdes. On peut les observer avec facilité sur le cerveau des cadavres qui se putréfient. Ils paraissent provenir d'une dégénérescence purement locale de groupes particuliers de cellules, et l'on ne sait encore aujourd'hui, si l'on doit considérer ces produits morbides comme analogues à ceux que l'on observe dans la *dégénérescence amyloïde* proprement dite.

Ces corpuscules amyloïdes ou amylacés ont une grande analogie de forme avec les granules d'amidon. Ils en diffèrent cependant par l'existence de leur noyau central, et par l'absence de bile.

Traités par l'iode, ou mieux par l'iode et l'acide sulfurique, ces corpuscules prennent tantôt une couleur violette, tantôt une teinte bleue. Ils diffèrent toutefois chimiquement de l'amidon en ce qu'ils résistent à l'action de l'acide sulfurique à froid, qu'ils ne sont que lentement attaqués par la potasse bouillante, qu'ils contiennent de l'azote (*Schmidt*, *Friedreich*), et qu'ils sont d'ailleurs doués des réactions générales des matières albuminoïdes. Virchow et Paulicki n'ont pu obtenir avec cette substance ni dextrine, ni sucre.

On a trouvé dans ces concrétions du phosphate et du carbonate de chaux. On y a signalé aussi du phosphate de magnésie, du sulfate de chaux et même du silicate d'alumine.

§ 6. — INFILTRATION OU DÉGÉNÉRESCENCE PIGMENTAIRE.

Le dépôt d'une matière pigmentaire brune, noire, bleuâtre ou rougeâtre dans les cellules épithéliales et glandulaires, dans la peau, le poumon, les glandes, le tissu cellulaire, surtout dans celui qui est de nouvelle formation, et jusque dans les muscles lisses ou striés et dans le cerveau, constitue une altération pathologique assez fréquente à laquelle on a donné le nom *d'infiltration pigmentaire*. La matière granuleuse, semi-cristalline ou cristallisée, qui envahit les éléments cellulaires des tissus en général bien vascularisés, n'est pas toujours de même nature, mais elle provient, dans tous les cas, d'une altération de la matière colorante du sang.

Lorsque par suite de la destruction des hématies sorties des vaisseaux, l'hémoglobine s'est extravasée du globule rouge, elle imbibe les cellules et les pénètre tout en respectant leur noyau,

qui n'a pas la propriété de la fixer. Plus tard, elle subit une sorte de précipitation sous forme de granules ou de petits blocs semi-cristallins, ou même elle se change en petits cristaux d'hématoïdine.

Ce dépôt de matière mélanique peut se faire d'une manière normale, comme cela paraît avoir lieu dans la peau de certaines régions, sur le derme du nègre, dans certains groupes de cellules ganglionnaires motrices des pédoncules cérébraux. Mais la production abondante de pigments peut avoir aussi lieu sous l'influence d'une cause pathologique, comme dans la *mélanémie*, *la maladie d'Addisson*, *le cancer pigmenté*, ou dans *les foyers hémorrhagiques et gangréneux*.

Nous avons parlé de la matière pigmentaire normale, t. I, p. 366. Nous n'y reviendrons pas ici.

Les pigmentations anormales surviennent, en général, à la suite de troubles circulatoires locaux, ou d'altération du sang encore mal connues.

La substance qui se précipite alors dans les cellules se présente sous deux aspects. Ou bien elle est constituée par des granulations plus ou moins volumineuses, arrondies ou anguleuses, d'une nuance variant depuis le jaune jusqu'au noir (*mélanine*) ; ou bien elle forme des cristaux rouges, rhomboédriques, dont les angles sont presque identiques avec ceux de la bilirubine ; c'est l'*hematoïdine* dont nous avons déjà souvent parlé, matière très-analogue à la bilirubine mais qui en diffère toutefois par sa composition :

$C^{30}H^{34}Az^{4}O^{6}$	$C^{32}H^{36}Az^{4}O^{6}$
Hœmatoïdine.	Bilirubine.

(Voir à ce sujet t. I, p. 482, et t. II, p. 109).

Les cristaux d'hématoïdine sont vert cantharide à la lumière réfléchie, ceux de bilirubine sont rouge orangé. L'hématoïdine ne se dissout ni ne se combine aux alcalis comme la bilirubine. Elle est soluble dans le sulfure de carbone auquel elle communique une couleur rouge vif; la bilirubine donne seulement une coloration jaune. Traité par l'acide nitrique nitreux l'hématoïdine se colore en bleu clair, puis en jaune. En s'altérant l'hémoglobine extravasée passe successivement par les teintes bleu, violette, jaune, rouge, qui caractérisent les pigments biliaires[1].

La matière mélanique, amorphe, en petits blocs souvent angu-

[1] HORN, *Journ. f. prackt. Chem.*, 1867, t. C, p. 142.

leux ou dentelés, de couleur variable du jaune au noir, que l'on trouve dans les cellules infiltrées (*fig*. 79), se rapproche par ses propriétés et par son origine de la substance précédente, mais ne saurait être confondue avec elle. Elle paraît toutefois en dériver. C'est ainsi que dans le sang sorti des vaisseaux, dans les macules des follicules de de Graaf, on retrouve, à côté de cristaux rouge brique d'*hématoïdine*, un pigment jaune, brun rouge et parfois noir, qui semble en dériver, et n'être que le résultat et comme un des termes des tranformations que subit l'hémoglobine lorsqu'elle s'est extravasée du globule sanguin.

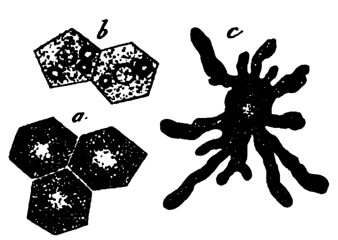


Fig. 79. — Infiltration pigmentaire. *a*, cellules de la choroïde ; *b*, cellules pigmentées avec gouttelettes de graisses. *c*, cellules pigmentées irrégulières.

Ces granules pigmentaires ne sont nullement solubles dans l'eau, l'alcool ou l'éther, ni dans l'acide acétique ou les alcalis affaiblis. Ils se dissolvent dans les solutions concentrées d'acides ou de bases. La substance mélanique paraît contenir du fer[1].

Dans l'affection à laquelle on a donné le nom de *chromhydrose*, la matière colorante s'élimine avec la sueur et paraît aussi provenir d'une altération du sang. (Voy. *Sueurs pathologiques.*)

Dans la *maladie bronzée d'Addison*, la surface cutanée présente un aspect enfumé ou des tons *coquille de noix*. Le pigment se dépose dans les cellules épithéliales[2].

Dans les *tumeurs mélaniques* un pigment noir ou roussâtre se dépose, soit entre les cellules, soit dans les cellules mêmes. Eiselt et Bolze ont donné l'analyse suivante de l'une de ces tumeurs provenant de l'engorgement d'un ganglion mésentérique :

Albumine.	3.28
Tissus insolubles.	7.92
Matière mélanique insoluble. . .	3.36
Matière mélanique dissoute. . .	2.00
Sels.	1.00
Eau.	82.44
	100.00

[1] Voir une analyse de Scherer en *Ann. Chem. Pharm.*, t. XL, p. 63. — Sur le pigment de la peau des Nègres, voir *Gaz. méd. Paris.*, décembre 1868. — PERLS, *Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 157.

[2] Voir la thèse de M. CHATELAIN, Strasbourg, 1859, et le travail original d'ADDISON, *On the constitutional and local effects of disease of supra-renal capsules*, 1855.

Ces tumeurs mises à bouillir avec de l'acide azotique donnent des aiguilles rectangulaires (5,39 p. 100) qui n'ont pas été analysées. Les urines du malade exposées à l'air, ou traitées par l'acide azotique ou chromique, se coloraient en noir[1].

Dans le *sarcome mélanique* qui se forme souvent sur la choroïde ou sur la peau, mais aussi dans quelques autres régions qui ne contiennent pas normalement de pigments, la matière colorante est contenue dans les cellules ; rarement dans la substance intercellulaire.

§ 7. — DÉGÉNÉRESCENCE MINÉRALE.

Sous l'influence des troubles nutritifs ou circulatoires généraux ou locaux, de l'atrophie sénile, de l'irritation causée par la présence de certaines tumeurs, il peut se faire dans les divers tissus, mais surtout dans les tuniques des vaisseaux sanguins, autour des productions pathologiques et dans les néoplasmes, quelquefois dans les muscles et dans le cerveau, une infiltration de matières minérales qui donnent au tissu une apparence de calcification.

Ces dépôts formés surtout de carbonate de chaux mêlé de phosphate de chaux et des traces des sels de magnésie correspondants, ont quelque chose des caractères extérieurs et chimiques de l'os lui-même. Au microscope on les distingue toutefois aisément du tissu osseux, par l'absence des corpuscules osseux caractéristiques, et par la persistance des cellules propres du tissu dégénéré. Les parties calcifiées n'ont pas d'ailleurs la composition de la terre osseuse, et ne contiennent pas d'osséine.

Comment les sels calcaires se déposent-ils dans les tissus et se substituent-ils à leur substance normale? On sait que presque toutes les matières albuminoïdes contiennent, intimement unie avec elles, une certaine proportion de phosphates alcalins et terreux ; on sait aussi que ces derniers sels sont solubles dans plusieurs des liquides de l'organisme, et dans l'eau chargée d'acide carbonique. Dissous sous cette forme, ces sels semblent se déposer, soit lorsqu'ils trouvent dans le protoplasma des cellules des

[1] Sur les *pigments bleus et verts*, voy. le chapitre relatif à l'*exsudation purulente*; t. II. p. 475.

substances qui s'unissent à eux, soit lorsque les tissus que traverse le sang, étant appauvris en lymphatiques, ne sont plus le théâtre d'une circulation normale des liquides nutritifs (*Rindfleisch*).

CHAPITRE II

ALTÉRATIONS DE QUELQUES TISSUS EN PARTICULIER

Les dégénérescences diverses et les tumeurs dont chaque tissu peut être le siége, ressortent des études d'anatomie pathologique et d'histologie pure. Au point de vue chimique, ce qui est connu sur la nature des matériaux qui composent les divers tissus en état d'altération ou de dégénérescence, a été dit dans le précédent chapitre. Lors donc qu'examinant une tumeur, un tissu spécial, le médecin aura reconnu qu'il est formé de tels ou tels éléments hétéroplastiques ou néoplasmatiques, c'est à ce qui a été précédemment exposé qu'il devra recourir pour se renseigner sur la nature de la dégénérescence colloïde, muqueuse, amyloïde, grasse, etc., qu'il aura constatée sous le microscope.

Nous allons toutefois donner ici quelques nouveaux détails relatifs aux altérations plus particulièrement propres à certains tissus, tels que les muscles, les os, le cerveau, ou qui n'ont été encore étudiées que dans quelques cas spéciaux.

§ 1. — DÉGÉNÉRESCENCES DES MUSCLES.

Les muscles peuvent, comme les autres tissus, subir les dégénérescences grasse, colloïde, muqueuse, amyloïde, crétacée. Nous nous sommes suffisamment expliqués déjà sur ces dernières; mais nous devons donner quelques renseignements plus précis sur l'infiltration et la dégénérescence graisseuse propre au tissu musculaire.

On sait que la graisse peut s'accumuler, soit entre les fibrilles musculaires striées ou lisses, soit peu à peu, ou quelquefois dès le début, dans l'intérieur même de la gaîne sarcolemmatique où elle se substitue molécule à molécule à la matière con-

tractile. On ne sait point encore aujourd'hui si les graisses du muscle simplement infiltré, ou celles du muscle dégénéré, ont la même composition, mais cela ne nous paraît pas probable. G. Liebig a observé d'ailleurs, que la graisse qu'il avait extraite d'un muscle de la cuisse ayant subi la dégénérescence graisseuse, restait liquide même après son refroidissement, et contenait beaucoup d'oléine. Cette chair musculaire lui donna 49 pour 100 de corps gras. Chevreul a extrait 80 pour 100 de graisse de muscles gras de brebis[1]. Bottcher a donné les nombres suivants relatifs au cœur :

	Graisse pour 100 de muscle sec.
Muscle du cœur normal.	7.24 à 12.91
Muscle du cœur en dégénérescence graisseuse.	10.00 à 11.38

Si la maladie est très-avancée on trouve jusqu'à 16,73 p. 100 de graisse dans le muscle cardiaque sec. Ces nombres, on le voit, ne confirment pas l'opinion qui attribuerait cette dégénérescence à une infiltration ou apport graisseux surabondant.

On trouve toujours une plus faible quantité d'eau, et une notable proportion d'urée, dans les muscles des cholériques, surtout dans ceux-là qui, pendant la vie, étaient affectés de crampe. Bibra a extrait jusqu'à 0,3 pour 100 d'urée de ces muscles pesés à l'état sec, et l'on peut ajouter que ce principe, qui manque totalement dans les muscles à l'état normal, existe, dans ces cas, en plus grande abondance dans le tissu contractile que dans le sang de ces malades. On peut admettre que l'urée dérive de la musculine et se produit sans cesse sous l'influence de l'activité musculaire, mais qu'étant sans cesse aussi entraînée par le courant sanguin, pendant l'état de santé, elle ne peut dès lors être retrouvée dans le muscle sain, tandis que grâce à la difficulté de la circulation, elle s'accumule dans les muscles du cholérique.

§ 2. — ALTÉRATIONS DU TISSU CARTILAGINEUX. — ALTÉRATIONS DU CRISTALLIN.

Altération du tissu cartilagineux. — Le tissu cartilagineux peut subir trois sortes d'altérations : le *ramollissement*, la *calcification*, *l'infiltration graisseuse.*

[1] Ces deux nombres se rapportent évidemment à des cas d'infiltration graisseuse.

Le cartilage en voie de ramollissement se trouve à l'état normal chez le fœtus, alors que dans la vie intra-utérine il se transforme successivement en tissu osseux. Chez l'adulte, la substance fondamentale du cartilage qui tend à se ramollir commence à présenter par points un aspect gélatineux, qui envahit la masse petit à petit. Il s'y forme des canaux irréguliers qui viennent s'ouvrir à la surface de l'os. Ils sont remplis par les cellules de la moelle. On ne connaît pas la nature chimique de cette substance gélatineuse du cartilage ramolli.

La calcification des cartilages est normale pour beaucoup d'entre eux. C'est ainsi que ceux du larynx sont constamment calcifiés chez l'adulte. Les carbonates terreux, surtout celui de chaux, se déposent d'abord autour des cellules, dans la capsule cartilagineuse, puis envahissent toute la masse. Le cartilage ainsi calcifié fournit de la chondrine par son ébullition prolongée avec l'eau ; il peut être envahi lui-même par le ramollissement à la façon du cartilage normal.

Les cartilages *réticulés* se calcifient rarement.

Le cartilage peut, comme tous les tissus, subir l'infiltration graisseuse. Les gouttelettes de graisse envahissent surtout la cellule et se déposent autour de son noyau ; quelquefois elles remplisent ainsi toute la cavité cellulaire. La composition de cette graisse n'a pas été déterminée. Cette dégénérescence s'observe le plus souvent autour des foyers inflammatoires ; elle peut être aussi la conséquence de quelques états diathésiques mal déterminés, de l'alcoolisme, etc.

Les tumeurs auxquelles on a donné le nom d'*enchondromes* peuvent se former dans les divers points de l'organisme. On y retrouve tous les éléments des diverses cartilages hyalin, réticulé, fibreux, qui peuvent même se réunir dans la même tumeur, et qui sont quelquefois mêlés à des masses de tissu conjonctif.

Pour tout ce qui est relatif aux concrétions qui se forment dans les cartilages osseux chez les malades atteints d'arthritisme chronique et de goutte, nous renvoyons plus loin (p. 545, *Dépôts lophacés, concrétions goutteuses*).

APPENDICE. — **Altération du tissu cristallinien.** — L'opacité du cristallin constitue la *cataracte*. On sait qu'il suffit de produire une vive chaleur près de l'œil (combustion de la poudre, vapeur d'eau bouillante) pour rendre tout à coup le cristallin opaque, sans qu'on

puisse toutefois savoir si ce tissu a été, dans ces circonstances, assez échauffé pour que la coagulation de ses matières albuminoïdes ait pu s'ensuivre. Kundé a fait voir que l'on peut produire des cataractes artificielles, en soustrayant de l'eau, par places, au cristallin, ce qui revient à faire naître des modifications irrégulières dans la concentration du contenu de ses fibres.

Mais tout en admettant que de telles cataractes puissent peut-être quelquefois se rencontrer, en général, l'état opaque du cristallin tient à des dépôts crétacés, graisseux, ou cholestériniques produits, soit dans la lentille elle-même, soit dans sa capsule. Cette opacité peut être aussi due à des pigments qui envahissent les cellules épithéliales placées derrière la paroi postérieure de la cristalloïde antérieure.

§ 3. — ALTÉRATIONS DU FOIE, DES REINS, DE LA RATE.

Foie. — Les dégénérescence et les tumeurs du foie, n'ont pas été spécialement étudiées par les chimistes, et le lecteur devra se rapporter à ce qui a été dit, t. II, p. 422, au chapitre des *altérations pathologiques des tissus en général*, pour se renseigner sur la nature des dégénérescences diverses qu'il aura, par le microscope, constatées dans cet organe. Il est cependant une altération du foie qui a donné lieu à quelques recherches particulières. Je veux parler de sa dégénérescence graisseuse que l'on peut observer si souvent chez les tuberculeux, les malades atteints d'affections cardiaques, etc. Chez les animaux soumis à l'engraissement forcé, le foie est envahi par de la graisse qui se dépose soit entre les cellules hépatiques, dans les régions excentriques des acini qu'il envahit de la circonférence au centre (*infiltration graisseuse*), soit le plus souvent dans les cellules hépatiques elles-mêmes, autour du noyau dont l'existence ne peut être quelquefois décelée que par un traitement préalable du tissu à l'éther ou à l'essence de térébenthine. En général le volume des cellules infiltrées augmente; il serait au contraire diminué dans l'atrophie graisseuse aiguë de Rokitansky.

On ne saurait douter que la composition de cette graisse ne varie notablement suivant que le sujet a été engraissé outre mesure, ou bien est atteint d'une affection cardiaque, tuberculeuse, cyrrhosique, etc.

Nous rapportons ici trois analyses de foie gras comparées à celles d'un foie sain.

	Foie sain.	Foie gras.		
		Frerichs.		*Boudet.*
Eau	76.39	73.09	80.20	55.15
Graisse contenant du phosphore	1.60	17.26	2.20	30.20
Cholestérine	0.17			1.33
Albumine	21.00	3.67	3.50	15.32
Matières extractives solubles dans l'eau.		0.48	7.00	
— — — l'alcool.		1.50	3.50	
Vaisseaux et substances insolubles		4.00	3.60	

Frerichs a constaté le plus souvent l'absence de la matière glycogène dans les foies gras.

La bile secrétée par la glande hépatique en dégénérescence graisseuse est presque toujours modifiée; elle se décolore et se transforme en un liquide filant épais et visqueux.

Rein. — Nous avons déjà donné au commencement du Livre III[e], p. 341, un certain nombre de renseignements sur la nature des altérations du rein pendant les maladies.

Sous l'influence de la néphrite, de l'ictère grave, de l'empoisonnement par le phosphore, des excès alcooliques, etc., les cellules épithéliales des canalicules urinifères sont envahies par des granulations moléculaires solubles dans l'acide acétique, qui leur donnent un aspect trouble et augmentent leur volume. Lorsque l'état morbide se prolonge, cette substance, analogue à la caséine, se transforme peu à peu en graisse, ou tout au moins des gouttelettes graisseuses viennent la remplacer. Si la maladie s'améliore, une partie des corps gras est résorbée, une autre est entraînée avec les urines.

Dans le rein entièrement gras le stroma lui-même de l'organe et ses cellules étoilées sont envahies et peu à peu atrophiées par de la graisse.

Rate. — Chez les diabétiques, Kühne a trouvé dans cette glande un peu de sucre, mais pas de *glycogène*.

Schérer a signalé la xanthine dans la rate hypertrophiée.

Dans la leucémie la rate augmente de volume. La pulpe splénique contient chez ces malades une quantité notable de sarcine et d'acide urique, ainsi que des matières collagènes analogues à de la gélatine. Robin et Charcot ont trouvé dans une rate leucé-

mique des cristaux incolores brillants, très-allongés, doublement pyramidés, solubles dans l'eau froide, disparaissant dans l'eau bouillante, ne se dissolvant pas dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, et que les acides tartrique, phosphorique, acétique détruisaient rapidement. Friedreich pense que cette substance était de la tyrosine, Neumann se refuse à admettre cette opinion. Ces mêmes cristaux ont été trouvés dans les crachats des malades atteints de la variété de bronchite nommée par Laënnec *catarrhe sec.*

Nous avons ailleurs parlé de la dégénérescence amyloïde si fréquente dans le tissu de la rate.

§ 4. — ALTÉRATIONS PATHOLOGIQUES DES CENTRES NERVEUX.

Il est difficile de dire encore aujourd'hui quelles altérations subissent les centres nerveux sous l'influence des divers états pathologiques qui peuvent les affecter, tels que l'inflammation, les ramollissements, les diverses folies, etc. L'obscurité qui règne sur ce sujet provient soit de ce que ces recherches délicates n'ont pas été entreprises, ou sont trop anciennes pour être dignes d'un grand intérêt, soit de ce que l'on s'est borné souvent à conclure sur des apparences comme celles qu'indiquent les termes si souvent employés de *dégénérescence graisseuse* ou de *ramollissement*, soit aussi de ce que les auteurs n'ont pas assez défini l'état pathologique des centres nerveux qu'ils examinaient. Le mot de *folie*, ou même de *manie* n'est pas suffisamment explicite pour que, placé en tête d'une analyse, il permette d'arriver à des conclusions ou à des rapprochements bien fondés.

Nous ne parlerons ici ni des dégénérescences *grises* et *jaunes* du cerveau, ni des tumeurs diverses dont il peut être atteint. Ces études ont été faites au point de vue des dégénérescences et des altérations des tissus en général dans le chapitre précédent, et nous avons, au point de vue chimique, dit tout ce que l'on connaît de la nature de ces diverses altérations.

Dans les *hémorrhagies cérébrales*, on trouve dans les foyers sanguins un réseau de fibrine finement striée, enveloppant des hématies qui s'altèrent et disparaissent peu à peu; après leur sortie des vaisseaux, les globules sanguins laissent rapidement extravaser leur

matière colorante qui se transforme en hématine, ou en pigments dérivés formés de blocs arrondis ou elliptiques que l'on trouve isolés ou réunis entre eux. Dans les vieux foyers apoplectiques on peut aussi rencontrer des cristaux d'hœmatoïdine de couleur rouge foncé.

Dans *l'inflammation* du cerveau, les cellules du névroglie se gonflent, leur noyau, accru lui-même de volume, s'entoure d'une plus grande masse de protoplasma. Le réticulum qui les contient se trouble et s'épaissit, tandis que les cellules et les tubes nerveux du foyer enflammé peuvent, ou bien garder leur apparence normale, ou bien acquérir des dimensions plus volumineuses. Charcot a fait, sur la moelle enflammée, l'observation que la substance qui forme le corps de ces cellules ainsi altérées, est rarement granuleuse, légèrement opaque, et se colore d'ailleurs facilement par le carmin; les *cylinder axis* sont en même temps moniliformes et tuméfiés[1].

Le *ramollissement* est la suite de toutes les inflammations aiguës du cerveau ou de la moelle qui se prolongent quelques jours. Les éléments du tissu nerveux sont englobés dans une sorte d'exsudat séreux, en partie fourni par les vaisseaux sanguins, et contenant des globules blancs et rouges qui s'altèrent rapidement. Hayem[2], dans la *myélite aiguë* consécutive à l'arrachement des racines antérieures ou postérieures de la moelle, a observé que l'hypérémie de la substance grise est suivie d'une exsudation colloïde ou granuleuse se produisant dans le canal central et dans les cellules qui le tapissent. En même temps, les cellules nerveuses subissent une dégénérescence débutant par leur protoplasma qui perd son aspect granuleux normal, devient plus réfringent, comme vitreux, et se colore plus fortement par le carmin. Le noyau et le nucléole, après être devenus plus obscurs, disparaissent. Dans quelques cellules nerveuses, on voit survenir des vésicules sphériques qui semblent contenir de la sérosité, et qui transforment la cellule en une masse irrégulière, tandis que la moelle nerveuse se dissocie en gouttelettes irrégulières de *myéline*.

Chez l'homme, l'altération la plus fréquente dans la myélite paraît être une dégénérescence pigmentaire des cellules nerveuses (*Lockart*, *Clark*, *Charcot*) tandis que les faisceaux de substance blanche sont atteints de sclérose.

[1] Charcot, *Arch. gén. de Physiologie*, 1872, p. 97.
[2] *Compt. rend. Acad. Sc.*, t. LXXVIII, p. 291.

Nous ne parlons ici que du ramollissement consécutif à l'hypérémie cérébrale, et non du ramollissement blanc de Parrot, ou du ramollissement jaune de certains auteurs, lié à la stéatose cérébrale, sorte de dégénérescence dans laquelle des amas de granulations graisseuses envahissent les vaisseaux et les cellules du névroglie, tandis que la moelle nerveuse se divise en gouttelettes globuleuses qui finissent aussi par disparaître en même temps que s'atrophie le *cylinder axis* et que toute la masse nerveuse se transforme en graisse. Ce ramollissement arrive surtout dans les parties du cerveau et de la moelle où la circulation est entravée ou impossible, souvent à la suite des inflammations aiguës ou chroniques, enfin autour des foyers hémorrhagiques.

D'après Lehmann, dans la pulpe cérébrale ramollie on peut trouver quelquefois de l'acide phosphorique à l'état de liberté.

Sauf l'existence d'une graisse plus abondante, et les quelques réactions microscopiques signalées plus haut on ne connaît rien de plus sur la nature chimique de ces transformations successives des centres nerveux.

Lorsqu'à la suite de l'inflammation, du pus se forme dans le cerveau, les globules purulents se produisent aux dépens des éléments conjonctifs des vaisseaux et de la névroglie qui se gonflent et présentent des noyaux multiples ou une multiplication endogène. Le foyer se transforme bientôt, à partir du centre, en un pus semi-solide[1].

La *dégénérescence colloïde* est une des lésions accessoires et relativement rares que l'on peut rencontrer dans la paralysie générale. Elle est la conséquence des diverses altérations, de causes multiples, dont le cerveau peut être le siége.

A la suite de commotions ou de traumatismes, il se fait à la surface des enveloppes du cerveau ou de la moelle des plaques ou dépressions atrophiques formées de cellules calcifiées et persistantes (*Forster*, *Virchow*).

Les lésions que présente le cerveau chez les aliénés sont très-variables. Tantôt la masse cérébrale est plus dure, tantôt plus molle qu'à l'état normal, on peut y rencontrer des amas formés d'hématine ou d'hœmatoïdine, des foyers de cellules ayant subi la dégénérescence grasse consécutive à l'inflammation des méninges.

[1] HAYEM, *Arch. physiol. norm. et path.*, 1868, p. 401 et suiv.

Chez d'autres, les vaisseaux obstrués ou atrophiés ne fournissent plus de sang ; il y a diminution puis suppression de la nutrition des cellules nerveuses, qui arrivent tantôt à n'être plus que des corps isolés qui s'atrophient, et se transforment en amas arrondis brun foncé, luisants, pigmentés, résistant à l'action de l'acide acétique et de l'éther. On les trouve surtout dans la substance corticale des aliénés chroniques (*Voisin*)[1]. Les tubes nerveux subissent eux-mêmes la dégénérescence graisseuse et s'atrophient.

D'après Gorup-Bésanez, rien de notable n'a été remarqué dans la composition du cerveau de l'aliéné. D'après Schlossberger, 100 parties d'extrait éthéré du cerveau contenant 1,68 de phosphore chez l'adulte bien portant, on trouverait chez l'adulte fou 1,85 de phosphore dans cette même quantité d'extrait. Suivant Couerbe[2], dont le travail date déjà de 1834, chez l'idiot, comme chez le vieillard et le nouveau-né, le cerveau serait beaucoup moins riche en phosphore que chez l'homme sain. Lhéritier a confirmé ces expériences ; il a donné les analyses suivantes[3] :

	Cerveaux d'adultes sains.	Cerveaux de vieillards.	Cerveaux d'idiots.
Albumine.	9.40	8.65	8.40
Graisses.	6.10	4.32	5.00
Phosphore.	1.80	1.00	0.85
Matières extractives et sels.	10.19	12.18	14.82
Eau.	72.51	73.83	70.93

D'après le même auteur, le cerveau de l'aliéné, non idiot, aurait la même teneur en phosphore que celui de l'homme sain.

Lassaigne a donné les analyses suivantes de la partie corticale et de la partie médullaire du cerveau d'un aliéné :

	Substance corticale.	Substance médullaire.
Eau.	85.0	73.0
Albumine.	7.5	9.9
Graisse incolore.	1.0	13.9
— rouge.	3.7	0.9
Matières extractives, acide lactique et sels solubles.	1.4	1.0
Phosphates de chaux, de magnésie et de fer.	1.2	1.3
	99.8	100.0

[1] Voir *Annales médico-psychologiques*, mars, 1870.
[2] *Ann. chim. phys.*, [2], t. LVI, p. 160.
[3] Voir son *Traité de chimie pathologique*, p. 596.

D'après Von Bibra, les substances grasses cérébrales, ou plus exactement les principes du cerveau solubles dans l'éther, ne présentent pas, chez les divers malades, des variations qui sortent des limites de celles que l'on peut observer chez les sujets bien portants. Mais des altérations diverses, ou des substances dont on ne trouve d'ordinaire que des traces, ont été signalées dans le cerveau à la suite d'affections générales aiguës ou chroniques. La leucine, la tyrosine. la créatinine, y ont été rencontrées quelquefois en notable proportion [1]. Suivant Cl. Bernard, le cerveau et la moelle ne contiennent pas de sucre chez les diabétiques; on y en rencontrerait au contraire suivant Grohe [2].

Chez les leucocytémiques on observe, en général, une accumulation de globules blancs dans les capillaires du cerveau.

§ 5. — ALTÉRATIONS DES OS.

Les études chimiques assez nombreuses qui ont été faites sur les altérations pathologiques des os sont encore imparfaites, soit que dans les analyses l'on n'ait pas suffisamment distingué entre elles les diverses affections osseuses, soit que l'on en ait négligé plusieurs qui ne sont aujourd'hui connues que par les travaux d'anatomie pathologique.

Ostéomalacie. — Cette affection consiste dans un ramollissement du tissu osseux dû à la disparition de ses sels terreux et au gonflement de la substance organique amorphe, d'où résulte l'atrophie des cellules osseuses. Plus tard la matière organique elle-même s'amincit et se fond pour ainsi dire, en se transformant, de dedans en dehors, en une substance d'apparence muqueuse mais encore mal connue.

D'après C. Schmidt on trouverait dans les canalicules et les cavités de l'os ostéomalacique un suc acide contenant une certaine quantité d'acide lactique libre, ce qui expliquerait l'élimination rapide de la terre osseuse [3]. Ce fait a été confirmé par O. Weber [4]. Heitzmann a observé de son côté que des chiens ou des chats bien nourris, mais recevant dans leurs aliments une certaine quantité

[1] NEUKOMM, *Arch. Anat. Phys.*, 1866, p. 1.
[2] *Med. Centr.*, 1864, p. 870.
[3] On ne comprend pas toutefois que le sang, toujours alcalin, ne sature pas cet acide lactique libre et ne le prive, par conséquent, de la propriété de dissoudre le phosphate calcaire de l'os.
[4] *Bull. Soc. chim.*, t. VII, p. 271.

d'acide lactique libre, présentaient au bout de quelque temps, les signes manifestes du rachitisme[1].

Dans l'ostéomalacie la matière organique de l'os est aussi altérée, disions-nous. Dans divers cas, C. Schmidt n'a pu, par la coction de ces os obtenir de gélatine. Toutefois cette altération de l'osséine n'est pas constante.

En même temps que diminue le poids de la terre osseuse, celui des matières grasses augmente dans l'os ostéomalacique, et souvent très-considérablement.

Dans deux cas d'ostéomalacie 100 parties d'os frais ont donné à Otto Weber, cité plus haut, les résultats suivants :

	I.	II.
Acide lactique libre.	1.312	51.269
Lactate de chaux.	0 207	
Eau et substances solubles. . .	49.997	
Matières grasses.	23.400	23.389
Poudre minérale osseuse sèche.	25.055	25.225

Cette dernière était formée de :

Carbonate de chaux.	1.976	1.757
Phosphate de chaux.	8.977	7.350
— de magnésie. . . .	0.987	0.079

On voit que, dans ces deux cas, la quantité de terre osseuse et de phosphate de chaux avait beaucoup diminué et que la graisse était notablement accrue.

Voici encore quelques analyses d'os ostéomalaciques.

	Homme de 40 ans. Femur. (*Lehmann*)	Le même. Côte. (*Lehmann*)	Homme de 60 ans. Femur. (*Von Bibra*)	Enfant. Vertèbres. (*Marchand*)
Matière protéique. . .	48.85	50.48	32.54	75.22
Graisses	29.18	23.13	4.15	6.12
Sels solubles.	0.37	0.63	1.35	1.98[3]
Phosphate de chaux. .	17.56	21.02	53.25[2]	12.56
— de magnésie.	0.23	0.44	1.22	0.92
Carbonate de chaux. .	3.04	3.27	7.49	3.20

[1] J'ai observé moi-même que l'addition de phosphate de chaux dissous dans un petit excès d'acide lactique n'est nullement favorable à l'ossification des jeunes animaux qui sont d'ailleurs rapidement pris de diarrhée, dépérissent et meurent.

[2] Avec un peu de fluorure de calcium.

[3] Contenant 0,98 de sulfates de chaux et de soude, et 1 de chlorure de sodium, fluorure de calcium, et traces de fer.

Rachitisme. — Le rachitisme est dû à la prolifération exagérée des éléments du cartilage destiné normalement à disparaître par l'envahissement du tissu osseux. Celui-ci ne se formant pas, ou ne se formant que d'une manière incomplète, de nouvelles couches de cellules cartilagineuses se reproduisent et amènent le gonflement des extrémités osseuses, en même temps que l'os, imparfaitement incrusté de sels calcaires, présente peu de résistance, se tord et se déforme.

Le rachitisme n'a donc pas pour cause une dégénérescence du tissu osseux lui-même ; aussi ne verrons-nous point les graisses, ces témoins de la destruction moléculaire des principes protéiques, augmenter notablement dans les os rachitiques, comme il arrive dans l'ostéomalacie.

La terre osseuse n'apparaissant pas dans les os rachitiques, les analyses indiquent, comme dans l'affection précédente, mais pour une cause très-différente, une grande richesse en matières organiques et une pauvreté relative en phosphate de chaux. Comme dans l'ostéomalacie, Lehmann et Marchand ont observé que, dans quelques cas, on n'obtenait pas de gélatine par la coction des os rachitiques. Il se forme sans doute dans ces cas de la chondrine.

Lorsque le rachitisme persiste, le cartilage peut être envahi par l'infiltration calcaire, qu'il ne faut point confondre avec la véritable ossification.

Voici quelques analyses d'os rachitiques :

	OS DU CRANE (*d'après Pelouze et Frémy*).	TIBIA D'ENFANT. (*Lehmann*).	TIBIA D'ENFANT. (*Lehmann.*)	CUBITUS D'ENFANT. (*Von Bibra.*)	CRANIOTABES (*Schlossberger.*)	
Cartilage.	65.85	54.14	60.14	35.61	47.62[1]	46.52[2]
Matière grasse.	11.65	5.84	6.22	6.09	0.87	1.50
Phosphate de chaux. . . .	26.92	32.04	26.94	47.85	45.54	46.18
— de magnésie. . .	0.98	0.98	0.81	1.25		
Carbonate de chaux. . . .	5.49	4.01	4.88	7.42	4.52	5.75
Chlorure de sodium, soude, fer, manganèse.	0.85	0.75	1.08	1.82	»	»

Nécrose. — Lorsque sous l'influence d'une cause traumatique,

[1] Substance organique totale, 48,50 p. 100.
[2] Substance organique totale, 48,12 p. 100.

d'un virus, etc..., la circulation et la nutrition s'interrompent dans une partie de l'os, celle-ci subit une mortification qui constitue la nécrose. La matière organique s'altère alors et se résorbe peu à peu.

Voici d'après Von Bibra une analyse des phalanges nécrosées d'un homme de 40 ans :

Cartilage.	19.58
Graisses.	1.22
Phosphate de chaux avec un peu de fluorure de calcium. . . .	72.63
Carbonate de chaux.	4.03
Phosphate de magnésie.	1.93
Sels solubles.	0.61

Carie. — Dans cette affection les cellules osseuses subissent, pour des causes diverses, la dégénérescence graisseuse, et ne pouvant plus désormais entretenir la vie de l'os, celui-ci se modifie et les trabécules osseuses, agissant désormais comme des corps étrangers, produisent autour d'elles une inflammation suppurative qui tend à les éliminer[1]. On peut donc s'attendre à trouver dans les os cariés une quantité exagérée de graisses, une moindre proportion du phosphate de chaux, et suivant les cas, une augmentation relative correspondante, et peut-être une altération, de l'osséine. C'est ce qu'indiquent les analyses suivantes dues à Bibra et citées d'après Becquerel et Rodier[2] :

	OS MÉTACARPIEN.	PORTION ARTICULAIRE.	PHALANGE.	FÉMUR PARTIE CARIÉE. HOMME.	VERTÈBRE LOMBAIRE. FEMME DE 40 ANS.
Phosphate de chaux avec un peu de fluorure de calcium.	49.77	31.36	49.36	51.53	44.05
Carbonate de chaux. . . .	7.24	4.07	8.08	5.44	3.45
Phosphate de magnésie. .	1.11	0 83	0.98	3.43	1.02
Sels divers.	0.30	0.30	0.40	0.91	1.70
Cartilage.	37.97	59.36	37.47	35.69	41.42
Graisses.	3.61	4.08	3.00	3.00	8.36

Dans les parties cariées depuis longtemps, la proportion de

[1] Voir à ce sujet RANVIER, *Arch. de physiol. norm. et path.*, 1868, t. I, p. 69.
[2] *Traité de chimie pathologique*, p. 546.

matières terreuses peut descendre jusqu'à 18 pour 100 et au-dessous, et la graisse arriver jusqu'à 19 pour 100.

On a signalé, dans quelques cas, une augmentation notable de sel marin dans les os cariés.

Le pus de la carie contient peu de leucocytes; il est grisâtre, parsemé quelquefois de granulations et de détritus calcaires, de gouttelettes huileuses, etc. Son sérum est pauvre en albumine, coagulable par la chaleur et par les acides.

On trouve quelquefois dans les os du pus qui n'ayant pu s'échapper au-dehors s'est concentré dans une cavité. Il y a perdu en grande partie son sérum, et s'est transformé en une matière friable, semi-solide, formée surtout de leucocytes devenus irréguliers, mais qui reprennent, lorsqu'on les humecte, leur forme première et présentent quand on les imbibe d'acide acétique qui les rend transparents, leurs deux ou trois noyaux habituels.

Exostoses. — Les exostoses simples consistent dans un gonflement anormal, de cause en général inflammatoire, qui se fait à la surface de l'os et qui le plus souvent présente, sur une coupe, la structure histologique normale du tissu osseux. Les exostoses paraissent, au point de vue chimique, tenir le milieu entre l'os proprement dit et les tissus ayant subi la crétification. Ces tumeurs sont en général plus riches que l'os en carbonate de chaux.

Voici les analyses, dues à Lassaigne[1], de trois portions d'un même os portant une exostose :

	Os sain.	Os épaissi.	Exostose.
Phosphate de chaux. .	41.6	36.5	30.0
Carbonate de chaux. .	8.2	6.5	14.0
Sels solubles.	8.6	14.2	10.0
Matière organique. . .	41.6	43.0	46.0

La structure histologique et les caractères extérieurs des exostoses dites *éburnées* paraissent les rapprocher du cément dentaire.

Cal. — Le cal consiste en une formation nouvelle, et souvent abondante, de cartilage osseux destiné à réunir les parties d'un os fracturé. En général la transformation du cal en os véritable est incomplète ou très-longue à se faire. Aussi trouve-t-on presque

[1] *Même lieu*, p. 519.

toujours, dans le tissu de nouvelle formation, un excès de matière organique, en même temps que de sels minéraux solubles. Valentin a signalé aussi dans le cal une moindre proportion de graisses que dans l'os normal (dans le rapport de 3 à 4 pour une côte de cheval).

Dans un cal volumineux, Lassaigne a trouvé :

Phosphate de chaux. . .	32.5
Carbonate de chaux. . .	6.2
Sels solubles.	12.8
Matière animale.. . . .	48.5

Dépôts tophacés ; concrétions goutteuses. — Dans l'arthritisme, surtout dans l'arthrite chronique et dans la goutte, il se fait dans le parenchyme des cartilages osseux et dans les membranes entourant l'articulation, un dépôt ou infiltration d'urates qui détermine l'irritation de l'os, son inflammation et son gonflement. Ces sels peuvent être ensuite plus ou moins résorbés, mais le gonflement des parties devient en général chronique, grâce aux concrétions ou *dépôts tophacés* qui tendent à se reproduire dans l'articulation.



Fig. 80. — Dépôts tophacées riches en acide urique déposés dans le cartilage d'un goutteux, d'après *Cornil et Ranvier*. *a*, cavités cartilagineuses envahies par les cristaux d'acide urique; *b*, cellules non infiltrées; *c*, cristaux isolés dans la substance fondamentale.

Dans les cartilages ainsi atteints, on observe des îlots opaques ; les cellules cartilagineuses qui en occupent le centre sont complétement infiltrées d'urates (*fig.* 80). Si l'on traite, sous le microscope, par de l'acide acétique, une mince couche de ces portions envahies, on voit se dissoudre petit à petit la matière tophacée et reparaître peu à peu les parois des cellules cartilagineuses, ainsi que leurs noyaux (*Charcot*)[1].

[1] Voir *Compt. rend. Soc. biolog.*, [2], 1858, t. V, p. 129.

Voici l'analyse de deux de ces concrétions extraites d'articulations de goutteux :

	Laugier.	*Lehmann.*
Urate de soude.	25.92	52.12
Urate de chaux.	15.78	1.25
Chlorure de sodium.	16.7	9.84
Phosphate de chaux.	»	4.32
Matière animale..	16.7	28.49
Eau..	8.5	3.88
Pertes et substances indéterminées.	16.6	

Stéatose osseuse. — Nous avons déjà parlé de cette altération dans le chapitre précédent. Lortet a décrit sous le nom de *nécro biose graisseuse des os* une véritable dégénérescence osseuse dans laquelle la graisse, après avoir envahi la moelle, prolifère dans l'os lui-même, atteint les capillaires et les canalicules de Hawers, et fait enfin disparaître les lamelles osseuses. L'os devenu mou, blanc grisâtre, se taille aisément et présente une surface de section douce au toucher, analogue à celle du lard frais. D'après H. Jones, l'ostéomalacie ne serait qu'une stéatose osseuse généralisée. Dans tous les cas, les analyses chimiques de l'os ostéomalacique (voir p. 541) démontrent que dans l'os, pendant cette maladie, la proportion des corps gras est, en effet, considérablement augmentée.

FIN DU TOME SECOND

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME SECOND[1]

DEUXIÈME PARTIE

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PHYSIOLOGIE

(SUITE)

LIVRE IV

SÉCRÉTIONS

Sujet de ce IVe Livre 1

CHAPITRE PREMIER. — REINS ET URINES NORMALES.

Article premier. — Les reins 2

Structure et histologie du rein, 2. — Composition chimique du rein, 4. — *Cystine*, 6.

Article II. — De l'urine normale en général 7

§ 1. — Caractères physiques généraux 8

Aspect, 9. — Couleur, 9. — Odeur, 9. — Saveur, 9. — Densité, 9.

§ 2. — Étude chimique de l'urine normale 10

Réaction de l'urine, 10. — Quantité de matériaux dissous, 10. — Tableau de la composition moyenne de l'urine normale, 11. — Corps qui se précipitent ou sont peu solubles dans l'urine normale, 12. — Fermentation spontanée de l'urine, 13.

Article III. — Matières organiques de l'urine normale 15

§ 1. — Urée ; acide urique et matériaux divers 15

Urée, 15. — Acide urique, 20. — Allantoïne, 23. — Acide oxalique, 24. — Acide hippurique, 24. — Créatine, 26. — Xanthine, 26.

§ 2. — Matières colorantes de l'urine 26

Indican, 27. — *Urochrôme et urobiline*, 29. — Uroglaucine, 30. — Urrhodine ou indirubine, 31.

§ 3. — Corps rares signalés dans l'urine normale 31

Acides gras, 31. — Acide succinique, 31. — Acide cryptophanique, 31. — Acides phénique, taurylique, damalurique, damolique, 32. — Glucose, 32. — Diamide lactylique, 33. — Ferments urinaires, 33.

§ 4. — Passage dans les urines d'éléments organiques accidentels . . 34

Article IV. — Matières inorganiques de l'urine normale 36

[1] Dans cette table tous les chiffres placés dans l'intérieur du texte ou à la marge indiquent la pagination.

§ 1. — Substances inorganiques des urines de l'alimentation normale 36

Eau, 36. — Sels urinaires, 37. — Chlorures alcalins, bromures, 37. — Bases de l'urine, 38. — Sulfates, 39. — Acide phosphorique, 40. — Phosphates terreux, 41. — Phosphates alcalins, 41.
Matières minérales n'existant dans les urines qu'à très-faible dose, 42. — Silice, 42. — Peroxyde de fer, 42. — Azotates, 42. — Sels ammoniacaux, 43. — Cuivre, 44.
Gaz des urines, 44.

§ 2. — Passage des substances minérales accidentelles dans l'urine. 46

§ 3. — Sédiments et calculs urinaires 47

Article V. — Analyse des urines 47

§ 1. — Quantité et densité de l'urine 48

Quantité d'urine émise, 48. — Densité de l'urine, 49. — Détermination par les pesées, 49. — Détermination par les aréomètres, 49.

§ 2. — Analyse proprement dite des urines 50

Déterminations générales, 50. — Limpidité et trouble, 50. — Acidité ou alcalinité, 50.

I. — *Poids du résidu fixe et des sels minéraux* 52

Poids du résidu fixe, 52. — Poids des sels minéraux, 53.

II. — *Dosage des divers éléments minéraux* 53

Détermination du chlore, 54. — Détermination de l'acide phosphorique total, 55. — Détermination de l'acide phosphorique des phosphates terreux, 56. — Dosage de l'acide sulfurique, 56. — Dosage de l'acide carbonique, 57. — Dosage de l'acide silicique, 57. — Dosage de la potasse et de la soude, 57. — Dosage de la chaux et de la magnésie, 58. — Dosage de l'ammoniaque, 58.

III. — *Dosage de l'urée* 59

Méthode de Millon, 59. — Méthode de Leconte et procédés analogues, 61. — Méthode de Liebig, 62. — Méthode de Bouchardat, 63.

IV. — *Dosage de la créatinine* 64

V. — *Détermination du mucus et de l'acide urique* 64

Détermination du mucus, 64. — Dosage de l'acide urique, 65.

VI. — *Détermination de l'acide hippurique* 65

VII. — *Détermination des acides gras, lactique, biliaires, etc.* . . 66

Dosage des acides acétique, butyrique, formique, 67. — Dosage de l'acide lactique, 67. — Dosage des acides hippurique et succinique, 68. — Dosage des acides biliaires, 68.

VIII. — *Détermination des matières colorantes urinaires normales, de la bile, du sang, etc. dans les urines* 69

Détermination approchée de la quantité de pigment urinaire normal, 70. — Détermination des matières colorantes biliaires, 70. — Détermination des matières colorantes du sang, 71.

IX. — *Recherche de l'albumine, du glucose, de l'inosite* 71

Recherche et dosage de l'albumine, 71. — Séparation de la glucose et de l'inosite, 72. — Dosage de l'inosite, 72. — Dosage de la glucose, 72.

X. — *Dosage de l'azote total* 73

XI. — *Détermination de quelques corps rares normaux ou anormaux* 75

Acides biliaires, 75. — Allantoine, 76. — Leucine, 76. — Tyrosine, 76. — Xanthine, 76. — Sarcine, 77. — Guanine, 77. — Acide oxalurique, 77. — Cholestérine ; graisses, 77. — Hémoglobine, 77.

XII. — *Gaz des urines* 78

CHAPITRE II. — GLANDES SUDORIPARES ET SUEUR.

Glandes sudoripares. 78
Sueur. 78

CHAPITRE III. — GLANDES SÉBACÉES ET CÉRUMINEUSES. — LARMES.

§ 1. — Glandes sébacées 83
§ 2. — Glandes cérumineuses. 84
§ 3. — Larmes. 85

CHAPITRE IV. — GLANDES SALIVAIRES. — PANCRÉAS. — FOIE ET BILE.

Article premier. — Glandes salivaires. 86
Article II. — Glande pancréatique. 87
Article III. — Foie et bile. 88
§ 1. — Le foie. 88
Notions histologiques et physiologiques, 88. — Composition chimique du foie, 90. — *Matière glycogène*, 93.
§ 2. — La bile en général. 96
Propriétés physiques, 97. — Propriétés chimiques, 97. — Composition, 97. — Tableau de l'analyse immédiate de la bile, 101. — Production des principes de la bile, 101.
§ 3. — Sels à acides biliaires. 102
Acide taurocholique, 103. — *Acide glycocholique*, 104. — *Acide cholalique ou cholique*, 105. — *Dyslysine*, 106. — *Taurine*, 106.
§ 4. — Matières colorantes de la bile. 107
Bilirubine. 108. — Biliverdine, 109. — Bilifuscine, 110. — Biliprasine, 110. — Pigment biliaire bleu, 110.
§ 5. — Recherche et analyse de la bile. 110
Recherches qualitatives de la bile, 110. — Analyse quantitative de la bile, 111.
§ 6. — Rôle de la bile dans l'économie. 113

CHAPITRE V. — SÉROSITÉS.

Des sérosités normales en général. 115
Sérosité péricardique, 117. — Liquide cérébro-spinal, 118. — Sérosité péritonéale, 119. — Sérosité hydroovarique, 119. — Sérosité de la tunique vaginale, 119. — Liquides amniotique et allantoïdien, 119.

CHAPITRE IV. — ÉPITHÉLIUMS. — MUCUS. — SYNOVIE.

§ 1. — Épithéliums. 121
Enveloppe cellulaire et appendices, 121. — Protoplasma, 122. — Noyau, 122. — Réactifs colorants des épithéliums 123 (*Note*).
§ 2. — Mucus et mucine. 123
Mucus, 123. — Mucine ou mucosine, 126.
§ 3. — Synovie. 128

LIVRE V

RESPIRATION ET PERSPIRATION.

CHAPITRE PREMIER. — LES POUMONS.

Histologie et composition chimique des poumons. 129

CHAPITRE II. — De la respiration.

Article premier. — Méthodes employées pour l'étude de la respiration. 135
§ 1. — Mesure de la quantité d'air inspirée et expirée 135
Méthode directe, 135. — Méthodes indirectes, 136.
§ 2. — Détermination des gaz inspirés et expirés 137
Méthode des déterminations totales, 137. — Méthode des déterminations partielles, 143. — Méthode indirecte, 146.
Article II. — Quantité de gaz inspirés et expirés. Produits de la respiration moyenne 146
§ 1. — Quantité d'air inspiré et expiré 146
§ 2. — Composition des gaz expirés; respiration moyenne 148
Composition centésimale de l'air expiré (*tableau*), 149. — Tableau de l'ensemble des phénomènes chimiques de la respiration des animaux, 151.
Article III. — Conditions physico-chimiques de l'absorption et de l'expiration des divers gaz 152
§ 1. — La respiration est un phénomène d'ordre chimique 152
§ 2. — Absorption de l'oxygène 154
§ 3. — Exhalation de l'acide carbonique 156
§ 4. — Exhalation de la vapeur d'eau 159
§ 5. — Dégagement et absorption d'azote 160
§ 6. — Exhalation de divers autres gaz 162
Article IV. — Variations des phénomènes respiratoires avec l'état de l'animal 163
Espèce animale, 163. — Mode de respiration, 164. — Sexe, âge, 165. — Taille et poids; animaux gras et maigres, 166. — État de la circulation, 166. — État d'activité ou de repos musculaire, 166. — Sommeil et veille; engourdissement hibernal, 169. — *Tableau*, 170. — Repos et activité cérébrale, 171. — Alimentation et régime, 171. — Inanition, 173. — Lumière et obscurité, 174. — Grossesse et menstruation, 174.
Article V. — Variations des phénomènes respiratoires avec le milieu respiré 174
Variations de pression du milieu respiré, 174. — État hygrométrique de l'air, 178. — Température ambiante, 178. — Variations de l'air respiré, 179.

CHAPITRE III. — Perspiration cutanée.

Fonction perspiratrice de la peau. Dégagement de vapeur d'eau, d'acide carbonique, etc. 181

LIVRE VI

INNERVATION ET GÉNÉRATION.

CHAPITRE PREMIER. — De la substance nerveuse.

Article premier. — Description et nature des éléments du tissu nerveux 187
Article II. — Étude chimique préliminaire de la matière nerveuse . . . 192
§ 1. — Tentatives d'analyse immédiate du cerveau 192
§ 2. — Composition générale de la substance nerveuse 194
Analyses des parties blanche et grise du cerveau, 196. — *Tableau*, 197.
Article III. — Étude spéciale des diverses substances qui entrent dans la composition du tissu nerveux 198

§ 1. — Substances albuminoïdes du cerveau. 198
§ 2. — Lécithines cérébrales et protagon. 199
Lecithines, 199. — *Protagon*, 292.
§ 3. — Autres substances cérébrales; dérivés des lécithines et du protagon. 204
Nevrine, 205. — *Cérébrines* (cerebrine; acide cérébrique), 206.
§ 4. — Graisses cérébrales; cholestérine; inosite 209
Cholestérine, 211.
§ 5. — Substances extractives du cerveau. 212
§ 6. — Matières minérales du tissu nerveux. 213
Article IV. — Phénomènes chimiques corrélatifs de l'activité et du repos cérébral 215
Activité cérébrale, 215. — Repos nerveux, 217.

CHAPITRE II. — Matières de la génération.

Article premier. — L'œuf. 216
§ 1. — Constitution de l'œuf. 216
§ 2. — Description de l'œuf. — (A). Parties accessoires. 221
Coquille, 222. — Membrane coquillère, 223. — Chambre à air, 223. — Composition moyenne de l'œuf, 223.
§ 3. — (*B*). Parties principales de l'œuf. Albumen et substances qui le constituent 224
Albumen, 224. — Matières protéiques de l'albumen, 226. — *Albumine d'œuf*, 227.
§ 4. — Du jaune d'œuf. 232
Vitelline, 233. — Autres substances vitelliniques, 234. — Lécithines; cérébrines, 236. — Graisses, 236. — Matière amylacée; sucre, 236. — Matières colorantes, 237.
§ 5. — Influence du temps et de l'incubation sur la composition de l'œuf 237
Article II. — Matière spermatique 240
Le sperme, 240. — Fluide des vésicules séminales, 241. — Fluide prostatique, 241. — Humeur des glandes de Cowper, 241. — Le sperme éjaculé, 241. — Spermatozoïdes, 243. — Analyses du sperme, 244.

CHAPITRE III. — Du lait.

Article premier. — Caractères généraux et composition du lait. . . . 246
§ 1. — Caractères physiques. 246
Caractères extérieurs, 246. — Caractères microscopiques, 247.
§ 2. — Caractères chimiques et composition du lait. 248
Eau et parties fixes, 251. — Caséine, 251. — Albumine, 253. — Lactoprotéine, 253. — Beurre, 253. — Sucre de lait, 254. — Sels et cendres, 254. — Autres matériaux du lait, 255.
Article II. — Influences modificatrices du lait. 256
Alimentation et régime, 256. — Repos et fatigue, 257. — Traites successives, 257. — Quantité de lait, 258. — Menstruation, 258. — Grossesse, 259. — Age de la nourrice, 259. — Age du lait, 259. — Influences pathologiques, 260.
Article III. — Du lait de femme et de quelques laits usuels en particulier. 260
§ 1. — Lait de femme. 260
§ 2. — Laits de vache, de brebis, de chèvre, de jument, d'ânesse. . 261
Lait de vache, 261. — Lait de chèvre, de brebis, de jument, d'ânesse, 261. —

Tableau de la composition du lait de femme, **262**. — ***Tableau de la composition du lait de vache,*** **263**. — ***Composition des autres laits usuels,*** **264**.

§ 3. — Colostrum. 264

Article IV. — Essais et analyses du lait. 265

§ 1. — Examen du lait. 265

Densimètre, 266. — Lactobutyromètre, 266. — Lactoscope, 266.

§ 2. — Procédés analytiques. 267

Méthode de Chevalier et Henry; de Brünner, 267. — Méthode de E. Marchand, 268. — Méthode de Baumhauer, 269. — Méthode de Millon et Comaille, 269.

Article V. — Conservation, falsifications, imitations du lait. — Origine de ses matériaux. 270

§ 1. — Conservation du lait. 270

§ 2. — Falsifications du lait. 271

§ 3. — Imitations du lait. 271

§ 4. — Origine des principes immédiats du lait. 273

TROISIÈME PARTIE

CHIMIE APPLIQUÉE A LA PATHOLOGIE

LIVRE PREMIER

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DE LA DIGESTION ET DES SUCS DIGESTIFS.

CHAPITRE PREMIER. — Altérations pathologiques de la salive.

§ 1. — Salive pathologique. 277

§ 2. — Concrétions salivaires. 280

§ 3. — Tartre dentaire. 281

CHAPITRE II. — Pathologie de la digestion stomacale.

§ 1. — Sécrétions gastriques anormales. 282

§ 2. — Des matières vomies. 285

Vomissements de matières alimentaires, 285. — Vomissements de suc gastrique, 287. — Vomissements bilieux, 287. — Vomissements muqueux et mucoso-purulents, 288. — Vomissements pituitaires, 288. — Vomissements de sang; vomissements noirs, 289. — Vomissements purulents, 289. — Vomissements de matières fécales, 289. — Vomissements de la péritonite, 290. — Vomissements cholériques, 290.

CHAPITRE III. — Sécrétions et selles pathologiques. Concrétions intestinales.

§ 1. — Des selles pendant les maladies. 293

Présence de matières spéciales dans les selles, 293. — Selles contenant de l'urée et de l'alloxane, 293. — Leucine, tyrosine, indol dans les fèces, 294. — Bile dans les fèces, 294. — Albumine et mucus dans les fèces, 294. — Selles sanguinolentes, 295. — Selles contenant du pus, 295. — Selles vertes, 296. — Selles à microzoaires et mycrophytes, 296.

Selles spéciales a quelques états morbides, 297. — Diarrhée, 297. — Selles des purgatifs; élimination de divers médicaments, 298. — Selles de la dysenterie, 299. — Selles du choléra, 299. — Selles ictériques, 302.

§ 2. — Concrétions intestinales. 302
§ 3. — Gaz intestinaux chez les malades. 304

LIVRE II

ALTÉRATIONS DU SANG, DU CHYLE ET DE LA LYMPHE.

CHAPITRE PREMIER. — Du sang pendant les maladies.

§ 1. — Composition du sang dans les maladies en général. 306
§ 2. — Variations des principes du sang dans les diverses maladies. 317
Pléthore, 317. — Tempérament lymphatique; faible constitution, 317. — Anémie; hydrémie, 319. — Leucocythémie; chlorose, 319. — Hémorrhagies, 322. — Rhumatisme aigu et phlegmasies en général, 322. — *Tableaux*, 323. — Pneumonie et pleuro-pneumonie, 323. — *Tableau*, 325. — Goutte; arthritisme, 325. — Fièvres éruptives, 325. — Fièvres intermittentes, 326. — Ictère, 328. — Pyohémie; phlébite, 329. — Maladies infectieuses et putrides; septicémie, 329. — Fièvre puerpérale, 330. — Fièvre typhoïde, 331. — Typhus fever, 332. — Urémie, 332. — Maladie de Bright, 333. — Maladies du cœur, 331. — Hydropisie, 334. — Maladies de la moelle, 335. — Diabète, 335. — Scorbut, 335. — Choléra, 336. — Tuberculose, 337. — Syphilis, 337. — Scrofule; cancer, 338. — Maladies saturnines, 338.

CHAPITRE II. — Modifications dans la composition de la lymphe et du chyle.

Observations particulières sur les altérations de la lymphe et du chyle. . 339

LIVRE III

MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DES SÉCRÉTIONS ET DES ORGANES SÉCRÉTEURS.

CHAPITRE PREMIER. — Rein dans les divers états pathologiques.

Altérations du rein pendant les maladies. 341

CHAPITRE II. — Urines pathologiques. — Sédiments et calculs urinaires.

Article premier. — Des urines pathologiques. 344
§ 1. — Changements observés dans les caractères généraux des urines. 344
Quantité, 344. — Trouble et limpidité, 347. — Couleur, 348. — Odeur, 351.
§ 2. — Changements quantitatifs des principes urinaires existant à l'état normal. 352
Réaction de l'urine, 352. — Eau et résidu solide de l'urine, 355.
(*a*). *Variations de l'urée*. 356
Variations de l'urée dans les maladies, 356. — Fièvres intermittentes, 358. — Pneumonie, 358. — Rhumatisme aigu, 358. — Fièvre typhoïde, 359. — Fièvres éruptives, 359. — Ictère; maladies aiguës du foie, 359. — Maladies chroniques, 360. — Azoturie, 360. — Affections nerveuses, 360. — Diabète, 361. — Oligurie, 361. — Maladies du cœur, 362. — Albuminurie, 362. — Anémie ; chlorose, 363. — Cachexies, 363.
Variations de l'urée sous l'influence des agents thérapeutiques, 365.
(*b*). *Variations de l'acide urique*. 367
(*c*). *Variations de l'acide hippurique*. 369
(*d*). *Variations des matières extractives de l'urine*. 370
(*e*). *Variations des autres matières urinaires*. 374
Variations de la créatine, de la créatinine, de la xanthine, etc., 374. — Varia-

[illegible]

[illegible]

CHAPITRE PREMIER. — [illegible]

[illegible]

CHAPITRE I. — [illegible]

[illegible]

CHAPITRE II. — [illegible]

Respiration dans diverses maladies 511

[illegible]

[illegible]

CHAPITRE PREMIER. — [illegible] ET [illegible]

Dégénérescences et infiltrations en général 514
§ 1. — Dégénérescences et infiltrations graisseuses. 517
§ 2. — Dégénérescence et infiltration albuminoïde [illegible] . 520
§ 3. — Dégénérescence [illegible] 520
§ 4. — Dégénérescence colloïde 521
[illegible] 522.
§ 5. — Dégénérescence amyloïde [illegible] matière amyloïde . 524
Dégénérescence amyloïde 524. — [illegible] 526.
§ 6. — Infiltration et dégénérescence pigmentaire 527
§ 7. — Dégénérescence [illegible] 530

CHAPITRE II. — ALTÉRATIONS DE QUELQUES TISSUS EN PARTICULIER.

§ 1. — Dégénérescences des muscles 531
§ 2. — Altérations [illegible] 532
Altération de transparence du [illegible] cristallinien. 533
§ 3. — Altérations du foie, des reins, de la rate. 534
[illegible] — Rate [illegible]
§ 4. — Altérations pathologiques des centres nerveux. 536
§ 5. — Altérations des os. 540
[illegible] 540. — [illegible] 542. — [illegible] 542. — Carie, 543. — [illegible] 544. — [illegible] 544. — Dépôts [illegible] concrétions [illegible] 545. — [illegible] 546.

FIN DE LA TABLE DU II° ET DERNIER VOLUME.

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET MÉTHODIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS L'OUVRAGE

A

Absorption cutanée, I, 367.

Abstinence. Effet de l'—, I, 88 et 89.

Acétique (Acide) dans le tissu musculaire, I, 307.

Achorion de la teigne, I, 22.

Acides. *Voy. le nom spécifique de chaque acide.*

Acides contenus dans l'organisme, I, 269. — de la sueur, II, 80. — dérivés des matières protéiques, I, 246. — produits par la putréfaction, I, 253. Recherche des *acides gras* dans un liquide organique, I, 294 et 295. Points de fusion des —, I, 332. — dans le plasma sanguin, I, 515. — dans la rate, I, 561. — des urines normales, II, 10 et 31. Leur dosage, dans les urines, II, 66 et 67. — volatils dans la sueur, II, 81. — dans le cerveau, II, 213. — des urines pathologiques, II, 352.

Activité.

(*A*). Activité cérébrale. Sources de l'— cérébrale. Influence de l'— cérébrale, I, 78. Effets de l'— cérébrale sur la composition du cerveau, II, 215.

(*B*). Activité musculaire, I, 310. L'— musculaire entrave l'excrétion de l'acide urique, II, 23. L'— influe sur les phénomènes respiratoires, II, 167.

(*C*). Activité nerveuse. L'— nerveuse augmente la température, II, 217.

Affections contagieuses. Le sang dans les —, I, 25.

Air atmosphérique.

(*A*). Propriétés et composition générales, I, 1. Poids total de l'—, I, 2. Épaisseur de la couche de l'—, I, 2. Composition et propriétés de l'—, I, 2. Propriétés physiques de l'—, I, 2. Composition de l'—, I, 3. Coefficient de dilatation de l'—, I, 3. Densité de l'—, I, 3. Découverte de sa composition, I, 3. Sa composition est presque constante, I, 3, 4 et 5. L'— est un mélange de gaz, I. 4 et 5. Variations de sa composition, I, 5, et 6.

(*B*). Acide carbonique de l'air. Sa mesure; ses variations, I, 9 et 10. Sources de l'acide carbonique de l'—, I, 10. Quantité produite annuellement, I, 10. L'acide carbonique de l'— varie peu; causes, I, 11.

(*C*). Vapeur d'eau de l'air. Vapeur d'eau et acide carbonique de l'—, I, 6. Vapeur d'eau de l'— ; variations avec les saisons, les lieux, l'altitude, la pression, I, 7. Fraction de saturation de l'—, I, 7. Degré de saturation, par la vapeur d'eau de l'—, I. 7. Quantité absorbée de vapeur d'eau dans l'—, I, 7 et 8.

(*D*). Impuretés de l'air. Acide azotique

dans l'—, I, 13. Acide azoteux de l'—, I, 12 et 13. Ammoniaque de l'—; son origine, I, 12. Sa quantité, I, 13. Impuretés de l'—, I, 12. Hydrogènes carbonés dans l'—, I, 13. Ozone dans l'—; I, 14. Eau oxygénée dans l'—, I, 15. Iode dans l'—, I, 16. Particules salines dans l'—, I, 16. Spores, ovules de l'—, I, 16. Miasmes de l'—, I, 16. Matières organiques de l'—, I, 16. Miasmes marématiques I, 17 et 20. Pourquoi l'air excite les putréfactions et les fermentations, I, 18 et 19. Particules organiques et organisées en suspension dans l'—, I, 17 et 18. Germes contenus dans l'—, I, 19. Germes, spores et ovules de l'—, I, 21 à 26. Cystoblastions dans l'—, I, 25.

(*E*). MODIFICATEURS MÉTÉOROLOGIQUES DE L'AIR, I, 27. Calorification de l'—, I, 27. Variations de la température de l'— avec les jours, les saisons, la latitude, l'altitude, I, 29. Variations de la température de l'— avec la proximité des mers, la direction des vents, I, 30. Lumière qui pénètre l'—, I, 30. Electricité de l'—, I, 30. Variations de sa pression, I, 32.

Air confiné en général, I, 213. Quantité d'— nécessaire à la respiration dans un lieu clos, I, 204 et 205. Limite des altérations inoffensives de l'— par la respiration en lieu clos, I, 205. Altérations de l'— dues à la combustion des bougies, du gaz, I, 207. Atmosphère des salles ventilées (*tableau*), I, 214. Causes d'altérations de l'—, I, 214. — des enceintes habitées, I, 214. Atmosphère de salles mal ventilées (*tableau*), I, 215. Matières organiques en suspension dans l'—, I, 215. Atmosphère de salles non ventilées, I, 215. — des serres, I, 216. — des mines (*tableau*), I, 216. Action de l'acide carbonique dans l'—, I, 217. Ses effets I, 217 et suiv. Effets d'un excès d'azote, I, 218. Effets de la présence de l'oxyde de carbone, I, 219. Effets des hydrogènes carbonés, I, 219. Effets des gaz putrides, I, 219. Effets du grisou, I, 219. Effets de l'— sur l'homme, I, 220. Viciations de l'— par les diverses professions, I, 221 et suiv. — à bord des vaisseaux, I, 222.

Air expiré. *Voy*. **Expiration**. Quantité d'— inspiré et expiré, II, 146.

Alanine. Constitution, origine, I, 263.

Albumen, II, 224. Analyse de l'— d'œuf de poule, II, 224. Coagulation de l'—, II, 225. Analyses de ses cendres, II, 225. Matières protéiques de l'—, II, 226. L'— d'œuf de poule contient plusieurs albumines, II, 231.

Albuminates. — de potasse transformé en fibrine, I, 502. — de soude du sérum, I, 513. — dans la sueur, II. 82. L' — de soude est-il identique à la caséine? II, 251.

Albumine du sang. **Voy**. **Sérine**.

Albumine. — ordinaire ou d'œuf de poule II, 227. — Cause de sa coagulation, I, 242 et 497, II, 229. — du sérum musculaire, I, 295. Digestion stomacale de l' —, I, 405. L'— injectée dans les veines passe dans les urines, II, 36. Dosage de l'— dans les urines, II, 71. Il existe plusieurs — dans le blanc d'œuf, II, 231. — du lait, II, 253, 258.

— dans les selles morbides, II, 294. — dans les urines pathologiques, II, 382 et 383. — quantité maximum dans les urines, II, 385. — dans les sueurs, II, 435. — dans les crachats. II, 509.

Albuminoïdes (matières), voy. **Matières protéiques**.

Albuminoïdes (Principes). Voy. aussi **matières et principes protéiques**. *Matières — proprement dites*. Caractères généraux, I. 233. Leurs rapports de composition, I. 234. Leur composition centésimale: *tableau*, I, 235.

Albuminoses, I, 243, 397.

Albuminurie. Variations de l'urée dans l'—, II, 362. Quelles maladies elle complique, II, 384. — dans les fièvres graves, II, 384. L' — peut se produire sans dégénérescence des reins, II, 384. L'— est souvent accompagnée d'inosurie et de glycosurie, II, 385.

Alcalis. Dosage des — dans l'urine. II, 57.

Alcaloïdes. Leur passage dans les urines normales, II, 55.

Alcool. Quel rôle il joue dans l'alimentation, I, 123. Action de l'— sur l'économie, I, 123, 124. L'— est brûlé dans l'organisme, I, 123, 124. — dans le sérum sanguin, I, 515. Passage de l'— dans les urines, II, 35. — dans le lait, II, 255. Influence de l' — sur l'élimination de l'urée, II, 366.

Algues dans les urines, II, 420.

Aliénés. Etat du cerveau chez les —, II, 538.

Aliments. Voy. aussi **Principes alimentaires**.

(*A*). Aliments en général. Définition des —, I, 33, 36. Principes qui entrent dans tous les —, I, 34, 35. Les — sont des substances douées *d'énergie potentielle*, I, 35. Comment les — se forment dans les végétaux, I, 35. Sels qu'ils doivent contenir, I, 35. Richesse des — en fer, tableau, I, 44 — exempts d'amidon, I, 50. — d'origine animale, I, 58. Rapport entre le poids des matières albuminoïdes et celui des matières terreuses dans les —, I, 72. Valeur nutritive des —; erreurs commises dans son appréciation, I, 73. Chaleur produite dans l'organisme par la combustion des —. *Principes*. I, 75, 76 et 77. Chaleur développée par la combustion totale de divers — (*Tableau*), I, 78. Valeur innervante des —, I, 78. Carbone et hydrogène combustible de divers —, I, 81. Quantité d'azote contenue dans divers —, I, 81. Chaleur due à la combustion des — dans l'organisme; réserves, I, 82. Un — complet ne peut entretenir la vie, I, 84. Rôle des —, I, 90. Digestibilité des —, I, 407. Digestion des — dans le duodénum, I, 410. Action du suc intestinal sur les —, I, 425.

(*B*). Principes alimentaires, I, 44. — albuminoïdes, I, 38. Différences dans leur composition, I, 38, 39. — albuminoïdes, leur richesse en soufre, I, 39. Matières collagènes comme —, I, 40. Aliments azotés non protéiques; nomenclature, I, 40. Comment ils dérivent les uns des autres, I, 41. Les matières extractives sont des aliments imparfaits, I, 41. Classe des — gras, I, 42, 63. Aliments gras phosphorés, I, 43. — hydrocarbonés; où on les trouve? I, 42. — minéraux, quels sont les — minéraux? Comment on absorbe les alcalis, le chlore, le fluor, le soufre, le fer? I, 43, 67.

(*C*). Aliments de diverses origines. — de nature végétale, I, 95. — fournis par les céréales, I, 45 et 46. — fournis par les légumineuses, I, 46. Leur mode d'action, I, 47. Leur valeur nutritive, I, 47. Leurs effets sur l'organisme, I. 47 et 48. Fromages, I, 65. Crustacés, I, 67. Huitres, I, 66. Mollusques, I, 66. Tortues, I, 66. Grenouilles, I, 66. Escargots, I, 67.

(*D*). Conservation et altérations des aliments. *Voy. les divers mots :* **Antiseptiques**, **Caléfaction**, **Collage**, **Enrobement**, **Fumage**, **Dessiccation**, **Salaison**, **Réfrigération**. Conservation des —, I, 132. Altérations des —, I, 127. Causes de l'altération spontanée des —, I, 136.

Pour les **divers aliments**, voir leurs noms en particulier.

Alimentation. *Voyez aussi* **Aliments** et le nom des divers aliments. Les — et l'alimentation, I, 33. Principes de l'— normale, I, 34. — trop riche en légumes; effets produits, I, 51. Quantités d'azote et de carbone dans l'— moyenne, I, 69. — normale; dose des divers principes alimentaires, I, 70. Sels minéraux nécessaires en 24 heures dans l'— (*Note*), I, 70. Rapport nécessaire dans l'— entre les principes protéiques et les substances non azotées, I, 70 et 71. Dose de fer nécessaire dans l'— normale, I, 72. Comment on doit composer l'— normale, I, 72 et 73. Principes, I, 83 à 87. — fondée sur l'emploi d'un seul principe alimentaire, I, 83. L'— ne peut se faire par un seul aliment, I, 84. L'— doit varier avec le mode de vivre; les climats, I, 84. — trop végétale; effets, I, 86. — trop animalisée; effets, I, 85 et 86. — insuffisante; effets, I, 87. — excessive; effets, I, 89. — exclusive, I, 89. Influence de l'habitude sur l'—, I, 90 et 91. L'— de l'homme civilisé est souvent tropabondante, I, 90 et

91. — *des gardes mobiles* durant le siége de Paris, I, 93. Influence de l'— sur le sang (*tableau*); 529 et 530. Nécessité des sels minéraux dans l'—, I, 580. Nécessité du sel marin, I, 580. Influence de l'— sur l'excrétion de l'urée, II, 17 et 18. L'— animale fait croître les sulfates des urines, II, 39. Influence de l'— sur les phénomènes respiratoires, II, 171. Influence de l'— sur le lait, II, 256.

Allantoïne. Constitution; origine, I, 264; II, 23. — dérivée de l'acide urique, II, 21. — dans les urines, II, 387. Dosage de l'— dans les urines, II, 76.

Allanturique (Acide). — dérive de l'allantoïne, II, 24.

Alloxane. — dérive de l'acide urique, II, 21. — dans les selles morbides, II, 293.

Altération des aliments. *Voy. les* DIVERS ALIMENTS.

Alun ajouté au pain, I, 134.

Amandes douces. Leur composition, I, 54.

Amibes. Matière contractile des —, I, 319. — diffluentes, I, 24.

Amides. — dérivées des matières protéiques, I, 244.

Amidon. — dans les céréales, I, 45. — dans les légumineuses, I, 47. — dans les fruits, I, 52. Rapport de de l'— aux matières protéiques dans l'alimentation normale, I, 70 et suiv. — dans le pain, I, 99. — dans le jaune d'œuf, II, 236.

Ammoniaque. Dosage de l'— dans les eaux, I, 198. — dans l'air atmosphérique; origine, I, 12. — dans le sang, I, 516. — due à la décomposition de l'urée des urines normales, II, 14. — urinaire, ses variations, II, 43. Dosage de l'— dans les urines, II, 58. — dans les gaz exprés, II, 162. — dans les selles morbides, II, 294. Variations de l'— dans les urines pathologiques, II, 381. — dans les sueurs, II, 434.

Analyse. *Voy.* **Méthodes analytiques**.

Analyse spectrale de l'hémoglobine, I, 469.

Anémie. État du sang dans l'—, II, 319. Variations de l'urée dans l'—, II, 363.

Anguille. Composition de la chair d'—, I, 61.

Anthracosis, II, 500,

Antimoine. Effets nuisibles des poussières d'— dans l'air, I, 228. Action des composés de l'— sur le sang, I. 531. Préparations d'—; leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 366.

Antiseptiques employés pour préserver les substances alimentaires, I. 140.

Apatite. Existe-t-elle dans les os? I, 357 et 358.

Appareil de Regnault et Reiset, pour étudier la respiration, II, 138. — respiratoire de Pettenkoffer et Voit, II, 143. — d'Andral et Gavarret pour étudier la respiration, II, 145.

Arsenic. Action de ses composés sur le sang, I, 531. Effets nuisibles des poussières d' —, I, 228.

Arsenicales (Préparations). Leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 366.

Artésiens (Puits). *Voy.* **Eaux des** puits artésiens.

Arthritisme. État du sang dans l'—, II, 525.

Ascite. Liquide de l'—, II, 457.

Aspartique. (Acide). — dérivé des matières protéiques, I, 246.

Aspergillus glaucus, I, 25.

Assimilation en général, I, 436. — des sels de l'eau potable, I, 155, 156 et 157. — des matériaux azotés, I. 575. — du carbone; quantité qui provient des matières protéiques, I, 69. — du carbone; quantité qui provient des hydrates de carbone, I, 70. Carbone assimilé provenant des matières grasses, I, 70.

Assimilation et désassimilation. (*Voy. aussi* **Nutrition**). Assimilation et désassimilation des divers principes de l'organisme, I, 575. — des hydrates de carbone, I, 578. — des corps gras, I, 578. — des matières minérales, I, 579. Equilibre entre l'assimilation et la désassimilation, I, 582.

Asystolie. Variations de l'acide urique et de l'urée dans l'—, II, 368.

Atmosphère. (*Voy.* **Air atmosphérique.**)

Atmosphères confinées. Variations des — confinées des lieux habités, I, 214 et suiv.

Atmosphères professionnelles. Leurs viciations et leurs effets, I, 221 et suiv.

Athéromes, II, 488.

Azotates. Dans les eaux de pluie, I, 174. — dans les eaux de puits, I, 177. Dosage des — dans les eaux, I, 199. des urines normales, II, 42.

Azote. État de l'— dans le sang, I, 528. États sous lesquels est désassimilé l'—, I, 577. Dosage de l'azote total dans les urines, II, 75. — exhalé ou absorbé par la respiration, II, 160. L'exhalation d'— par la respiration augmenterait dans les gaz riches en oxygène, II, 161. — dans l'intestin des malades, II, 304.

Azoteux (Acide) dans l'air, I, 12 et 13.

Azotique (Acide) dans l'air, I, 13. — dans les eaux de puits, I, 177. Dosage des — dans les eaux, 199.

Azoturie. Variations de l'urée dans l'—, II, 360.

B

Bactéries en général. Caractères de leur substance fondamentale, I, 24.

Bactéries, Bactéridies dans les selles, II, 296, 299, 300. — dans le sang pathologique, II, 316.

Bases terreuses. Leur dosage dans l'urine, II, 58.

Benzoïque (Acide). Dans les urines, II, 390.

Betteraves. Leur composition, I, 49.

Beurre. II, 253. Est-il, dans le lait, contenu dans des vésicules de nature protéique ? II, 253.

Bicarbonate de soude dans le plasma sanguin, I, 517.

Bière. I, 125. Analyses de diverses —, I, 125. Substances qui composent la —, I, 125. La — est un liquide alimentaire, I, 126. Falsification de la —, I, 126.

Bile normale.

(*A*). Bile et composés biliaires, II, 96. Propriétés physiques de la —, II, 97. Propriétés chimiques de la —, II, 97. Composition, II, 97. Résidu fixe, de la —, II, 98. Sels à acides biliaires, II, 98. Matières colorantes, de la —, II, 98. Cholestérine et matières grasses de la —, II, 99. Lécithine biliaire, II, 99. Choline ou névrine dans la —, II, 99. Matières minérales, II, 99. Production des principes de la —, II, 101. Variation de la —, II, 101. Acides biliaires, II, 102. Acide glycocholique, II, 104. Acide cholalique, II, 105. Dyslysine, II, 106. Taurine, II, 106. Matières colorantes de la —, I, 262 ; II, 107. Bilirubine, II, 108. Biliverdine, II, 109. Bilifuscine, II, 110. Biliprasine, II, 110. Pigment bleu de la —, II, 110. Rôle de la — dans l'économie, II, 113.

(*B*). Bile comme agent digestif. Composition sommaire de la —, I, 410. Mélange de la — avec le chyme, I, 410. La — entrave la digestion gastrique, I, 411. Rôle digestif de la —, I, 413. Action de la — sur le chyme, I, 411. Action de la — sur les matières albuminoïdes, I, 412. Action de la — sur les graisses, I, 412. Action de la — sur les hydrates de carbone, I, 413. La — s'oppose à la fermentation putride des matières fécales, I, 414.

(*C*). Analyse de la bile, II, 110. *Tableau* de la composition de la —, II, 101. *Recherche qualitative de la* — dans les liquides animaux : 1° réaction de Pettenkoffer, II, 110 ; 2° réaction par l'acide nitrique nitreux, II, 111. Détermination des éléments principaux de la —, II, 111.

(*D*). Bile pathologique. — dans les diverses maladies, II, 423. Sédiments et calculs de la —, II, 425. — sécrétée par le foie gras, II, 535. — dans les vomissements, II, 290. Recherche de la —, II, 287. — dans les selles morbides, II, 296. — dans l'urine, II, 375, 386.

Biliaires (Acides), II, 98, 102. Dosage des — dans la bile, II, 111. Détermination des — dans les urines, II, 38 ; II, 75. Dosage des — dans les

urines, II, 66 et 68. — dans le plasma sanguin, I, 515.

Biliaire (Sécrétion), II, 96. *Voy.* **Bile.**

Biliaires (Substances). Leur action sur le sang, I, 532.

Bilifuscine, II, 110.

Biliprasine, II, 110.

Bilirubine, II, 108. Composition —, I, 260. Ses rapports avec l'hématine, I, 261, 264; II, 102. Ses rapports avec l'hématine et l'hématoïdine, II, 109.

Biliverdine, I, 264; II, 109.

Blanc d'œuf. *Voy.* **Albumen.**

Blé. Composition du —, I, 45. Matières minérales du —, I, 68.

Bioxyde d'azote. Son action sur le sang, I. 533.

Bodo urinarius dans les urines, II, 421.

Boue splénique, I, 558.

Bouillon de viande, I, 111 et 112. Procédé des ménages hollandais, I, 112. Matières protéiques du —, I, 113. Matières azotées du —, I, 113. Matières extractives du —, I, 113. Sels du —, I, 113. Les matières azotées du — ne sont pas, en général, plastiques, I, 113, 114. Le — ne contient presque pas de substances organiques assimilables, I, 114. Comment le — agit sur l'économie, I, 114 et 115. Diverses espèces de —, I, 115. Analyses du —, I, 113. Tablettes, pastilles de —, I, 139.

Bouquet des vins, I, 120.

Boutargue, I, 64, 139.

Bromure de potassium dans les urines normales, II, 38.

Bronchorée, II, 508.

Brouillards, I, 143.

Bulbe dentaire, I, 361.

Butalanine dans le pancréas, II, 88.

Butyrique (Acide) dans le tissu musculaire, I, 307. — des urines, II, 31.

C

Cachexies. Dues au phosphore. — dues au sulfure de carbone. — dues aux vapeurs de mercure, I, 225. Variations de l'urée dans les —, II, 363 et 364.

Café. Composition du — vert, I, 55. Infusion de — vert. Torréfaction du —, I, 55. Infusion de — torréfié; son action sur l'économie, I, 56. Influence du — sur l'élimination de l'urée, II, 18 et II, 365.

Caféine. Où se rencontre la —, I, 56. Teneur de divers cafés en —, I, 56. Constitution; origine de la —, I, 264.

Caféone. I, 55.

Cafétannique (Acide). I, 55, 56.

Caillot sanguin. Constitution du —, I, 503. Analyse des cendres du —, I, 483.

Cal, II, 544.

Calcifications. II, 530. — des cartilages, II, 533.

Calculs biliaires. II, 425. — de cholestérine, II, 427. — riches en matières colorantes, II, 428. — riches en sels calcaires, II, 429. Analyse des —, II, 430.

Calculs de l'intestin ou *concrétions intestinales*, II, 302.

Calculs salivaires. II, 280.

Calculs urinaires, II, 401. — en général, II, 398. Statistique générale de leur composition, II, 398. Examen et déterminations préalables, II, 399. — formés de matières minérales, II, 401. — d'oxalate de chaux, II, 401. — de phosphates terreux, II, 402. — de phosphate ammoniaco-magnésien, II, 404. — de carbonates terreux, II, 405. — à silice, II, 405. — formés de matières organiques non organisées, II, 405. — d'acide urique, II, 406. — d'urates, II, 407. — à cystine, II, 411. — à xanthine, II, 412. — à hypoxanthine, II, 412. — contenant de l'urostéalithe, II, 414.

Calorification (Voir aussi **Chaleur animale**). Rapports de la — avec l'alimentation, I, 80, 81. Rapport entre la —, le travail produit et l'alimentation, I, 95, 96.

Cancer. État du sang dans le —, II, 538. — pigmenté, II, 528.

Capsules surrénales, I, 561.

Carbonates. — alcalins, dans l'orga-

nisme, I, 274. Calculs et sédiments urinaires de — de chaux, II, 405. Calculs et sédiments urinaires de — de magnésie, II, 405. — terreux dans l'organisme, I, 274.

Carbonique (Acide).

(*A*). Acide carbonique ambiant. — dissous ou combiné dans les eaux; *dosages*, I, 198. — Influence de l' — sur la respiration, II, 180. Son action délétère dans l'air confiné, I, 217. Action sur le sang de l' —, I, 532. — *atmosphérique*. Son origine. Quantité produite annuellement, I, 10. Ses variations diurnes et nocturnes; variations locales, I, 9. Variations avec l'altitude, les pluies, I, 10. L'— de l'atmosphère varie peu. Causes, I, 11.

(*B*). Acide carbonique de la respiration et de la perspiration. — de la perspiration, II, 182. — dans la sueur, II, 82. — de la respiration, II, 150. Méthode pour connaître la quantité d' — exhalé par les animaux, II, 145. Mécanisme de son exhalation par les poumons, II, 156. Variations de son exhalation pulmonaire avec le nombre de respirations, II, 158; Variations de l' — avec le temps que les gaz inspirés restent dans les poumons, II, 158. Rapport de l' — expiré avec la chaleur produite, II, 158. Où et comment se produit l'— expiré, II, 159. Le rapport de l'— expiré à l'oxygène absorbé varie avec l'alimentation, II, 171, 173. — dans l'intestin des malades, II, 304. État de l'— dans le sang, I, 527.

Carbone. Assimilation et désassimilation du —, I, 579 (voir **Assimilation**).

Carie. La — champignon des céréales, I, 131.

Carie des os, II, 543.

Carmin. Voy. **Teinture de carmin**. II, 123.

Carne secca. I, 139.

Carnine. I, 264, 302.

Carottes. Composition des —, I, 49.

Carpe. Composition de la chair de —, I, 61.

Cartilagéine. I, 237, 345.

Cartilages. Voy. **Tissu cartilagineux**. Digestion des —, I, 406. Infiltration graisseuse des —, II, 533. Calcification des —, II, 533. Ramollissement des —, II, 533.

Caséeuse. Matière — du tubercule, II, 497.

Caséine, II, 251. — du sérum *musculaire*, I, 296. — du sérum sanguin, I, 513. Dosage de la — dans le sérum sanguin, I, 552. Digestion stomacale de la —, I, 405. — dans les sérosités, II, 451.

Cataracte. II, 533.

Catarrhe nasal et bronchique, II, 502.

Caviar. I, 64.

Cellules *cartilagineuses*. Composition des —, I, 349. — *conjonctives* I, 321. — *médullaires* de l'os, I, 351. — *nerveuses*, II, 187. — *multipolaire*, II, 188. — *osseuses*, I, 352.

Cément. I, 361. Composition du — de la dent, I, 363.

Cendres. Voy. **Matières minérales**. — du tissu musculaire; *tableau*, I, 308. Altérations des matières minérales durant la calcination, I, 309. — du tissu cartilagineux, I, 349. Dosage des — dans le sérum sanguin, I, 553. — des urines, II, 53. — de la bile, II, 99. Comparaison des — du cerveau, de la viande, du vitellus, du lait, et du sang, II, 214. — de l'albumine, II, 225. Cendres **des os**. Voy. Matières minérales des os.

Cercomonas intestinalis, I, 23. — dans les selles, II, 296.

Céréales. Composition de diverses —, I, 45 et 46. Altérations des —, I, 130. Parasites des —, I, 130. Fermentation spontanée des — humides, I, 130.

Céréaline. Son action pendant la panification, I, 100.

Cérébrale (Matière). *Voy.* **Matière nerveuse.**

Cérébrine, II, 206. — du jaune d'œuf, II, 236. — dans le sperme, II, 243.

Cérébrique (Acide), II, 206 et 208.

Cérébrote, II, 193.

Cérumen, II, 84. Tableau de la composition du —, II, 85.

Cérumineuses (Glandes), II, 84.

Cerveau. *Voy. aussi* **Matière nerveuse**. — *comme aliment*, I, 64. — Dégénérescences et altérations du —, II, 536. Dégénérescence grasse du —, II, 536. — en dégénérescence colloïde, II, 538, — chez les aliénés, II, 538.

Chair. *Voy*. **Viande** et **Tissu musculaire**. — d'animaux comme aliments, I, 59. — musculaire ; teneur en créatine et créatinine, I, 299.

Chaleur animale. (*Voy. aussi* **Calorification**.) — produite par la combustion de la ration journalière, I, 77. — produite en 24 heures, I, 77. — disponible ; pertes, I, 77. — développée par la combustion totale de divers aliments, I, 78. Production de la — durant le travail, I, 95. Rapport de la — produite avec le poids de l'acide carbonique expiré, II, 158 et II, 357 (*note*).

Chaleur atmosphérique versée annuellement à la surface de la terre, I, 27. — en un lieu donné ; ses modifications, I, 28. Conditions de ses variations, I, 29.

Champignons parasitaires des céréales, I, 130.

Charbon dans les vésicules du poumon, II, 133.

Charbon, parasite des céréales, I, 131.

Chauffage des habitations, I, 206.

Chaux. Ses variations dans les urines morbides, II, 381.

Chénotaurocholique (Acide), II. 103.

Cheveux. *Voy*. **Poils**.

Chimie appliquée à la physiologie. II° Partie, de l'ouvrage, I, 229.

Chitine, I, 348.

Chlorazol, I. 250.

Chlore. Dosage du — dans les urines, II, 54. Variations du — dans la fièvre typhoïde, II, 359.

Chlorhydrique (Acide) produit par l'organisme, I, 275. L'— existe dans le suc gastrique, I, 389.

Chloropeptique (Acide), I, 392.

Chlorose. Salive dans la —, II, 279. État du sang dans la —, II, 319. Variations de l'urée dans la —, II, 363.

Chlorures. Le — de sodium est nécessaire dans l'alimentation, I, 68. — de sodium, de potassium, d'ammonium dans l'organisme, I, 272 et 273. Les — existent dans les os, I, 359. — de sodium; son action sur le sang, I, 530. — de sodium des urines normales ; ses variations, II, 37. — de potassium dans les urines normales, II, 38. Les — sont-ils diurétiques ? II, 364. Variations des — dans les urines pathologiques, II, 376. Variations des — dans les urines durant les maladies fébriles, II, 377.

Cholalique (Acide), II, 105.

Choléféline, II, 109.

Choléique (Acide). *Voy*. **Taurocholique (Acide)**,

Choléra. Vomissements du —, II, 290. Selles du —, II, 299. Dans le — il n'y a pas de gaz dans l'intestin, II, 305. État du sang dans le —, II, 336. Matières extractives du sang et de l'urine pendant le —, II, 372.

Cholériques. Les selles des — contiennent des *zoogléa*, I, 25.

Cholestérine, I, 270 ; II, 211. — dans le globule rouge, I, 460. — dans le plasma sanguin, I, 516. Dosage de la — dans le globule sanguin, I, 549. Séparation de la — des urines, II, 77. Son origine dans la bile, II, 114. — cérébrale, II, 209. — produite par l'activité cérébrale, II, 216. — dans le lait, II, 255. — dans les urines, II, 387. — dans les calculs biliaires, II, 427. — dans le pus, II, 472.

Choline. *Voy*. aussi **Nevrine**.

Choline, II, 205. Constitution, origine de la —, I, 264.

Cholique (Acide), II, 105. *Voy*. aussi **Glycocholique (Acide)**.

Choloïdique (Acide) dérive de l'acide glycocholique, II, 105.

Chondrine, I, 237, 346.

Chondroglucose, I, 348.

Chromidrose, II, 456.

Chromique (Acide) employé comme réactif sous le microscope, II, 123.

Chyle, I, 442. Caractères microscopiques du —, I, 442. Caractères physiques et chimiques du —, I, 443. Composition du —; (*tableaux*), I, 443. Variations du — avec l'alimentation, I, 444. — dans les maladies, II, 339. — dans les urines, II, 391.

Chyme, I, 408. Matières contenues dans le —, I, 409. Mélange du — avec la bile, I, 410. Action du — sur la bile, I, 411. Action de la bile sur le —, I, 411. Action digestive du —, I, 427. Absorption du —, I, 428. Recherche du sang dans le —, II, 286.

Cicatricule de l'œuf d'oiseau, II, 219.

Cidre, I, 126.

Cils vibratiles, II, 122.

Citernes vénitiennes, I, 189.

Coagulation du sang, I, 447, 502. Phénomènes de la —, I, 502. Rapport du caillot au sérum, I, 504. Causes qui hâtent ou entravent la —, I, 504 et 505. Théorie de la —, I, 505. La — plus ou moins parfaite ne prouve point la richesse du sang en fibrine, II, 313.

Cocca. Influence de la — sur l'élimination de l'urée, II, 365.

Collage appliqué à la conservation des vins, I, 138.

Collagènes. (**Substances**) —. Leurs caractères généraux, I, 233. Leur composition centésimale (*tableaux*), I, 236. Rapport de leur composition avec celle des matières albuminoïdes proprement dites, I, 237. Leur état dans l'organisme, I, 237. Comment on les distingue des matières albuminoïdes proprement dites, I, 237. Matières — dérivées par désassimilation des substances protéiques, I, 259. Matières — dans le sang leucocythémique, II, 321.

Colle de poisson, I, 355.

Collinique (**Acide et Aldéhyde**), dérivés des matières albuminoïdes, I, 249.

Colloïde. *Voy*. **Matière colloïde**

Colloïdine, II, 493, 522.

Colorimètre urinaire, II, 69.

Colostrum, II, 264. Tableau de la composition du —, II, 265.

Combustion. Consommation en oxygène d'un bec de gaz, d'une bougie, I, 200.

Composés oxygénés de l'azote. L'air atmosphérique contient des —; ils peuvent être pris pour de l'ozone, I, 12, 13 et 14.

Concrétions. *Voy. aussi* **Calculs**.

Concrétions salivaires. *V*. **Calculs salivaires, pulmonaires**, etc. — spermatiques, II, 445. — rejetées avec les crachats, II, 499. — expectorées, II, 510. — goutteuses, II, 545.

Condiments âcres. I, 57.

Conservation des aliments (*Voy. le nom des divers aliments*). — des aliments par caléfaction, I, 136. — des aliments par enrobement, I, 137. — des aliments par les gaz, I, 138. — des aliments par le fumage, I, 138.

Conserves alimentaires, I, 136. — de viandes, I, 136 et 137.

Constitution. État du sang des sujets de faible —, II, 317. État du sang dans les diverses —, II, 318.

Coquille d'œuf, II, 222.

Coquillère (**Membrane**), II, 223.

Cornée, I, 372. Constitution de la —, I, 372. Substance fondamentale de la —, I, 372. Composition de la —, I, 373.

Corps gras. Constitution des — I, 332 et 333. Richesse des tissus en —, I, 332. Où les — se rencontrent dans l'économie, I, 331. — de l'organisme animal, I, 267. Substance accompagnant les — de la graisse humaine, I, 335. Les — proviennent-ils des aliments? I, 268, 338. Origine et désassimilation des —, I, 337. Les — peuvent se produire directement aux dépens des substances protéiques, I, 259; II, 517. Origine de la glycérine dans l'économie, I, 268. — dans les jeunes cellules, I, 268. La nature des graisses varie-t-elle avec l'âge, le sexe, etc.? I, 335. Absorption des — dans l'intestin, I, 412. Assimilation et désassimilation des —, I, 340, 578. La désassimilation des — devient une source de calorification, I, 341. Action de la bile sur les —, I, 412. — et acides gras de divers animaux, I, 333, 335. Points de fusion

des — usuels, I, 334. Séparation des — des graisses animales, I, 336. — comme aliments ; ce qu'ils sont, I, 42. — phosphorés, I, 43. Dosage des — dans le sérum sanguin, I, 552. — du lait, 253. — dans les vomissements, II, 286. — dans les selles pathologiques, II, 293. — dans les concrétions de l'intestin, II, 303. Variations des — dans le sang pathologique, II, 314. — dans les urines, II, 391. — dans la dégénérescence ou l'infiltration graisseuse, II, 517. — du foie infiltré de graisses, II, 534.

Corps pituitaire, I, 563.

Corps thyroïde, I, 563.

Corps vitré, I, 376.

Corpuscules amyloïdes, II, 526.

Corpuscules de Malpighi, I, 559.

Corpuscules du pus, II, 465.

Corpuscules tuberculeux, II, 497. — dans les crachats, II, 505.

Couenne inflammatoire, I, 501 ; II, 314.

Couvaison. *Voy*. **Incubation**.

Crachats morbides, II, 503. — colorés, II, 504, 506, 507. — séreux, II, 279. — pierreux, II. 499 et 510. — muqueux, gélatineux, II, 503. — perlés, II, 504. — purulents, II, 504. — nummulaires, II, 505. — tuberculeux, II, 505. — sanglants, II, 506. — pneumoniques, II, 506. — noirâtres, II, 507. — œdémateux, pituiteux, II, 508. — pseudo-membraneux, II, 508. — albumineux, II, 509. — emphysémateux, II, 509. Autres —, II, 510. — dans la gangrène du poumon, II, 501.

Craniotabes, II, 542.

Créatine. Constitution; origine, I, 263, 298. Recherche de la — dans un liquide organique, I, 294 et 295. Variations de la — dans le muscle qui travaille, I, 314. — dans le plasma sanguin, I, 515. — dans les urines, II, 26. — dans le cerveau, II, 215. Variations de la — dans les urines, I, 374.

Créatinine. Constitution; origine, I, 263, 297. Recherche de la — dans un liquide organique, I, 294 et 295. Variations de la — dans le muscle en activité, I, 314. — dans le plasma sanguin, I, 515. — des urines normales, II, 26. Dosage de la — dans les urines, II, 64. Variations de la — dans les urines, II, 374.

Cristallin, I, 373. Fibres et capsules du —, I, 373 et 374. Composition du —, I, 374. Capsule du —, I, 375. Opacité du —, II, 533.

Cristalline, I, 375.

Croup. Fausses membranes du —, II, 485.

Cruorine écarlate et pourpre, I, 471.

Crustacés comme aliments, I, 67.

Cryptococcus cerevisiæ dans les selles, II, 297.

Cryptophanique (Acide) des urines, II, 31.

Cuivre. Poussières de — ; leurs effets sur l'organisme, I. 227. — dans l'organisme, I, 275. — dans les urines normales, II, 44.

Cumulus proliger, II, 219.

Cupropotassique (Liqueur), II, 73.

Cuticulaire (Substance), II, 25.

Cyanourine dans les sédiments bleus urinaires, II, 415.

Cylinder axis, II, 190.

Cylindres urinaires. Détermination des divers —, II, 417.

Cysticerques dans les viandes, I. 129.

Cystine. Constitution; origine, I, 264; II, 6. — dans les urines, II, 389. — dans les calculs et sédiments urinaires, II, 411.

Cystoblastions dans le sang infecté ; dans les virus, I, 25. Leurs rapports avec les bactéries, I, 25.

D

Damalurique (acide) des urines normales, II, 32.

Damolique (acide) des urines, II, 32.

Défervescence. Variations de l'urée et de la température dans la —, II, 357.

Dégénérescences des tissus. II, 515. (*A*). DÉGÉNÉRESCENCES DES TISSUS EN CÉ-

NÉRAL. — graisseuse, II, 517. — albumineuse, II, 520. — muqueuse, II, 520. — colloïde, II, 521. — amyloïde ou lardacée, vitreuse, cireuse, II, 524. — pigmentaire, II, 527. — minérale, II, 530.

(*B*). DÉGÉNÉRESCENCES DES TISSUS EN PARTICULIER. — des muscles, II, 519, 531. — des cartilages, II, 532. — du foie, II, 534. — du rein, II, 535. — de la rate, II, 535. — des centres nerveux, II, 536. — des os, II, 540.

Degré d'hygrométricité de l'air atmosphérique, I, 7. Effets du — sur l'organisme, I, 8.

Dents, I, 361. Structure des —, I, 361.

Dentine. I, 361. Composition de la —, I, 362.

Dextrine. Recherche de la — dans un liquide organique, I, 294. — animale, I, 270. — dans le tissu musculaire, I, 304.

Dépôts tophacés de la goutte, II, 545.

Derme, I, 364, 365.

Désassimilation des matières protéiques, I, 258, 262. — des matériaux azotés, I, 575. — de l'azote, I, 577. — des graisses, I, 578. — des hydrates de carbone. I, 578. — des matières minérales, I, 581. — des phosphates, — des sulfates, I, 581.

Descemet. Membrane de —, I, 373.

Désinfectants. Nomenclature des —, I, 26.

Dessication comme procédé de conservation des aliments, I, 139.

Diabète. II, 385. Salive dans le —, II, 279. État du sang dans le —, II, 335. Variations de l'urée dans le —, II, 361. Variations de l'acide hippurique dans le —, II, 369. Vomissements dans le —, II, 285.

Diamide lactylique des urines normales, II, 33.

Diarrhée. II, 297.

Diastases. Voy. aussi **Ferments solubles**.

Diastases animales. Leur composition, I, 266. Recherche des — animales dans une humeur, I, 293.

Diffusion lente des matières albuminoïdes, I, 241.

Digestibilité des aliments, I, 407.

Digestion.

(*A*). DIGESTION BUCCALE, I, 377.

(*B*). DIGESTION STOMACALE, I, 386. Phénomènes chimiques de la —, I, 395. La — stomacale diffère des digestions dans des vases inertes, I, 395. Conditions favorables ou défavorables de la —, I, 396. Substances activant ou entravant la —, I, 407. Rapidité de la — stomacale des divers aliments, I, 407. Théories de la —, I, 397 et suiv. — des matières protéiques, I, 405. — de la fibrine artérielle, I, 405. — de l'albumine crue, I, 405. — des cartilages, I, 406. La — du cartilage donne du sucre, I, 348. — du gluten, I, 405. — des matières protéiques végétales, I, 405. — de la caséine, I, 405. — de la syntonine, I, 406. — des hydrates de carbone, I, 406. Substances qui résistent à la — gastrique, I, 406. — des sels, I, 407. Gaz dans l'estomac durant la —, I, 408. — entravée par la bile, I, 411.

(*C*). DIGESTION PANCRÉATIQUE, I, 414.

(*D*). DIGESTION INTESTINALE, I, 409, 427.

(*E*). DIGESTIONS PATHOLOGIQUES, II, 282.

(*F*). DIGESTIONS ARTIFICIELLES, I, 395.

Digitale (Préparations de). Leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 367.

Diphthérie. Exsudat des muqueuses dans la —, II, 484.

Dissolution des divers corps dans l'eau, I, 144. La — imprime aux corps dissous une augmentation de force vive, I, 145.

Distomum hematobium dans les urines, II, 421.

Diurétiques, II, 374. Leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 364.

Dœglique. (Acide) —, I, 335.

Duodénum. Sécrétions et liquides du —, I, 409.

Dyplosporium fuscum. I, 22.

Dysenterie. II, 299.

Dyslysine. II, 106. — dérive de l'acide glycocholique, II, 105.

E

Eau.

(*A*). L'EAU EN GÉNÉRAL, I, 141. Décou-

verte de la composition de l'—, I, 142. Propriétés physiques de l'—, I, 142. Ébullition de l'—, I, 142. Maximum de densité de l'—, I, 142. Phénomènes qu'elle présente en se refroidissant, I, 142. Transformation de l'— en vapeur, I, 143. Etats de l'— dans la nature, I, 143. Comment l'— forme les brouillards, la rosée, les nuages, I, 143. Décomposition de l'—, I, 14 . Combinaison des gaz qui donnent l'—, I, 143. Rapports des volumes des gaz qui s'unissent pour former de l'—, I, 143. Décomposition de l'—, I, 143 et 144. Corps avec lesquels l'— se combine, I, 144. — de cristallisation, I, 144. — de constitution des sels hydratés, I, 144. — de constitution des tissus vivants, I, 144. Corps que l'— dissout, I, 144.

(*B*). Eau dans l'organisme. — dans les tissus, I, 144, 272. — des urines normales ; ses variations, II, 36. — de la sueur, II, 80. — expirée, II, 150. Vapeur d'— des gaz expirés, II, 159. Variations de l'— expirée avec le nombre d'inspirations, II, 160. — perspirée, II, 182. — contenue dans le cerveau, II, 195. Richesse des divers tissus en —, I, 272. — dans le tissu musculaire, I, 308. L'— ne varie pas dans le muscle durant le travail, I, 314.

(*C*). Eaux potables. (*Voy.* **Eaux**).

Eau iodée employée comme réactif sous le microscope, II, 123.

Eau oxygénée dans l'air atmosphérique, I, 15. — dans les urines ; sa présence est douteuse, II, 42.

Eaux.

(*A*). Eaux en général. I, 141. Origine des —, I, 145. Classification des —, I, 145. — douces, I, 146. — minérales, I, 147. — de mer, I, 146.

(*B*). Eaux potables en général. — potables, I, 153. Leur rôle dans l'organisme, I, 153 et 154. Les matériaux salins de l'— potable sont assimilés, I, 154 à 157. L'— fournit à l'organisme de la chaux et de la silice, I, 156. Par quels sels les — potables doivent être minéralisées, I, 158. Caractères des — potables, I, 158 et 159. Quantités de gaz dissous dans les — potables, I, 160. Quantité de matières salines qui doivent exister dans les — potables, I, 160. Résidu fixe des bonnes — potables, I, 160 et 161. Teneur en carbonate de chaux des bonnes — potables, I, 161. Matières minérales constantes dans les bonnes — potables, I, 161. Classification des — potables, I, 162. — *courantes*. Classification, I, 162. — *stagnantes*. Classification, I, 172. Conservation des —, I, 188. Epuration des — ; filtration des —, I, 190.

(*C*). Rapport de composition des eaux potables avec la santé des populations, I, 179. — privées d'iode ; leurs effets ; produisent-elles le goitre ? I, 180. — désaérées, leurs effets, I, 180. — trop pures ; leurs effets sur l'organisme, I, 180. — trop riches en calcaire ; leurs effets, I, 181. — magnésiennes ; leurs effets, I, 182. — enrichies en composés azotés ; leurs effets, I, 182. — siliceuses ; leurs effets, I, 182. — contenant des matières organiques en état de décomposition ; leurs effets, I, 183. — chargées d'organismes végétaux ou animaux ; leurs effets, I, 184. Les — potables qui contiennent des organismes vivants peuvent donner lieu à diverses épidémies, I, 185.

(*D*). Eaux potables de diverses origines.

Eaux de source, I, 163. Origine des —, I, 163. — des montagnes ; analyses, I, 163. — des coteaux calcaires ; analyses, I, 164 et 165. — de sources peu potables ou impotables, I, 165. Avantages et inconvénients des — de source, I, 165. — *de puits artésiens*, I, 165.

Eaux de fleuves. Origine et transformations des — de fleuves, I, 166. Variations des — de fleuves, I, 166. Tableau de la composition des — de fleuves, I, 167. Causes de leurs variations et de leurs altérations, I, 168 et 169. Limons suspendus dans les — de fleuves, I, 169 (*renvoi*).

Eaux de canaux, de drains, I, 169.

Eaux de montagnes, I, 170. Eaux des glaciers. Variations dans leur cours, I, 170. Appréciation de leur valeur alimentaire, I, 171. Composition de l'eau de divers glaciers, I, 171. Eau du lac Léman, I, 171.

Eaux de pluie, I, 172. Gaz des — de pluie, I, 172. Matières minérales des — de pluie, I, 172 et 173. Les matières minérales des — de pluie varient avec les localités, I, 174. Les matières minérales des — de pluie varient avec les saisons, I, 173. Variations des phosphates dans les — de pluie, I, 174. Matières organiques des — de pluie, I, 175. Fertilisation du sol par les — de pluie, I, 175. Variations de l'ammoniaque et de l'acide azotique dans les — de pluie, I, 174. — de puits artésiens, I, 165.

Eaux de citerne, I, 175.

Eaux distillées potables comme boisson, I, 176.

Eaux de puits, I, 176. Viciations et inconvénients des — de puits, I, 176. Caractères qui déterminent leur emploi, I, 177. Tableau de la composition de trois types d'— de puits, I, 177. — de puits artésiens, I, 165.

Eaux d'étangs et de marais. Matières minérales des — d'étangs, I, 178. Influence des végétaux sur les — d'étangs et de marais; influence de la lumière sur ces —, I, 178 et 179.

(*E*). Eaux minérales. Origine des — minérales, I, 149. Les — minérales ont un régime constant, I, 149. Origine de la minéralisation des — minérales, I, 149. Comment les — minérales se chargent de leurs divers sels, I, 149 et 150. Origine des gaz des — minérales, I, 150. Température des — minérales, I, 150. Les — minérales se produisent d'après des lois physiques et chimiques, I, 151. Matières très-répandues ou très-rares dans les — minérales, I, 151. Classification des — minérales, I, 152. — minérales acidules, alcalines, chlorurées, sulfureuses, bromurées ou iodurées, I, 152. — minérales ferrugineuses, I, 153.

(*F*). Eaux de mer. Richesse des — de mer en sel marin, I, 147. Substances dissoutes dans les — de mer, I, 147. Gaz dissous dans les — de mer, I, 147. Matériaux rares des — de mer, I, 147. Tableau de la composition des — de mer, I, 148.

(*G*). Analyse des eaux. Essais des eaux et dosages spéciaux, I, 191. Méthode d'analyse immédiate sommaire des —, I, 192. Détermination des sels de chaux et de magnésie dans les —, I, 193. Dosage des bicarbonates terreux dans les —, I, 193. Détermination des sels alcalins dans les —, I. 194. Examen de la dureté des —; *degré hydrotimétrique* des —, I, 194. Dosages *hydrotimétriques* divers dans les —, I, 196. Dosage des matériaux gazeux dans les —, I, 197. Dosage de l'acide carbonique libre et combiné dans les —, I, 198. Dosage de l'ammoniaque dans les —. I, 198. Nitrates et nitrites dans les —; leurs dosages, I, 199. Dosage de l'acide phosphorique dans les —, I, 200. Dosages des matières organiques dans les —, I, 200. Recherche de l'iode dans les —, I, 201. Recherche des métaux proprement dits dans les —, I, 201.

Effluves, I, 17.

Élastine, I. 327.

Élastiques. Fibres —, I, 321.

Électricité atmosphérique dans les lieux habités, I, 30. — en rase campagne; variations avec la hauteur, I, 30. — Causes de ses variations, I, 31. Deux espèces d'orages, I, 31.

Émail des dents, I, 361. Composition de l'—, I, 363.

Émanations animales, I, 221. — végétales; leurs effets nuisibles, I, 223.

Emphysème. Variations de l'acide urique et de l'urée dans l'—, II, 368.

Émulsine. Sa composition, I, 266.

Émydine, II, 235.

Encéphaloïde, II, 518.

Enchondromes, II, 533.

Enduits pour les salles d'hôpitaux, I, 211.

Énéorèmes, II, 416.

Enrobement. Procédé de conservation des aliments par —, I, 137.

Épices. Leur rôle dans l'alimentation, I, 57.

Épidémies. Leurs rapports avec les fermentations, I, 20. Leurs rapports avec l'ozone atmosphérique, I, 15.— causées par les eaux potables, I, 185, 186 et 187.

Épiderme, I, 364 et 365. Composition de l'—, I, 366.

Épithéliums, II, 121. Protoplasma des —, II, 122. Noyau des —, II, 122. Enveloppe de la cellule épithéliale, II, 121. Réactifs des —, II, 123. — déposés dans l'urine, II, 417.

Équivalents nutritifs. Mesure adoptée par Payen des —; causes d'erreur, I, 79 et 80. Tableau des — de Payen, I, 81.

Ergot du froment, du maïs, du seigle, I, 130.

Escargots comme aliments, I, 67.

Espèce chimique. Une seule — ne peut servir d'aliments, I, 34.

Essai des eaux, I, 192.

Essences aromatiques. Leur rôle comme condiments, I, 58.

Estomac. Structure et glandes de l'—, I, 386. Fonctions de l'—. *Voy.* **Digestion**.

Excréments, I, 429.

(*A*). EXCRÉMENTS NORMAUX. Composition des —, I, 430. Cendres des —, I, 431. Quantité d'— en 24 heures, I, 431. Leur fermentation putride est empêchée par la bile, I, 414.

(*B*). EXCRÉMENTS PATHOLOGIQUES. *Voy.* **Selles**. Passage des divers médicaments dans les —, II, 299. — dans les vomissements, II, 289.

Excrétine, I, 433.

Excrétions. Quantité moyenne d'azote et de carbone dans les —, I, 69. — de l'azote; quantité excrétée par diverses voies, I, 69 (*note*). — des matières minérales, I, 70 (*note*).

Excrétoléïque (Acide), I, 433.

Exostoses, II, 514.

Expiration. *Voy. aussi* **Respiration**. Température des gaz de l'—, II, 147. Composition théorique et expérimentale des gaz de l'—, II, 148 et 149. Les gaz de l'— sont saturés de vapeur d'eau, II, 159. — de certains médicaments, II, 514.

Extractif, Extractives (Matières). *Voy.* **Matières extractives**.

Extraits de viande, I, 115. — Liebig, I, 115. L'— Liebig ne nourrit pas, I, 116. — de Liebig; opinion de Liebig sur sa valeur nutritive I, 116, (*note*). — en sirop de Reveil, I, 116. — de viande de Martin de Lignac, I, 117. — de Bellat, I, 117. *Sirupus extractus carnis*, I, 116. — de Liebig. Composition de ses cendres, I, 118. Comment les — agissent, I, 117. Les — sont quelquefois dangereux, I, 117. Action sur l'économie des —, I, 118. Accidents produits par l'— de Liebig, I, 118.

Exsudats. *Voy. chacun d'entre eux.*

F

Faisandage des viandes, I, 127.

Falsifications. Voy. **Sophistications**.

Farine. Composition moyenne de la —, I, 99. — obtenue par divers procédés; procédé de *Mége-Mouriès*. I, 100. Sophistications des —, I, 132.

Fatigue musculaire, I, 315.

Fausses membranes du croup, II, 485.

Fécule. Action de la salive sur la —, I, 386.

Fer. Tableau de la quantité de — contenu dans les aliments, I, 44. — dans les matières protéiques, I, 239. — dans l'organisme, I, 275. — dans le lait, II, 255.

Fermentations en général, I, 23. — provoquées par l'air, I, 19. — des urines normales, II, 13. — fécales dans le gros intestin, I, 431.

Ferments.

(*A*.) FERMENTS EN GÉNÉRAL. Ferments solubles. Voy. aussi **Diastases**. *Ferment de la bière*. Voy. **Levûre de bière**. — lactique, I, 23. — gommo-mannitique, I, 23. — des maladies des vins, I, 23. — de la putréfaction, I, 251.

(*B*). FERMENTS OU DIASTASES ANIMALES, I, 266. — *musculaires*, I, 207. — *pancréatiques*, I, 419. Séparation des —, I, 420. — *salivaire*. Voy. **Ptyaline**. — *urinaires*, II, 53, 420. — transformant l'urée en ammoniaque, II, 14, 23.

Ferrugineux. Les — sont-ils diurétiques? II, 365.

Fibres cellules. Voy. **Fibres lisses contractiles**.

Fibres élastiques. Composition des —, I, 326.

Fibres lisses contractiles, I, 317.

Fibres musculaires. Voy. **Tissu musculaire**.

Fibrilles musculaires, I, 279, 280.

Fibrine, I, 497. — *du sang veineux*; propriétés, quantité, composition, I, 497, 498, 499. Modifications de la — à l'air ou par l'alcool, I, 499. — *concrète modifiée*, I, 500. — *soluble*, I, 500. — *artérielle*, I, 500. — du *sang veineux* au repos, I, 501. — de la *couenne*, I, 501. — soluble du sérum sanguin, I, 512. — *artificielles*, I. 501. Où se forme la —, I, 502. Dosage de la — dans le plasma, I, 552. — dans le globule sanguin, I, 459. Production de la — dans le sang; *théorie de Denis*, I, 490, *théorie de A. Schmidt*, I, 491. Digestion stomacale de la —, I, 405. Digestion de la — par le suc pancréatique, I, 417. Putréfaction de la —, I, 253. Variations de la — dans les maladies, II, 312. — dans les urines, II, 417. — dans les sérosités, II, 116, 452, 449. Différence de la — avec la *myosine*, I, 289.

Fibrine musculaire. Voy. **myosine**.

Fibrinogène (Substance). Préparation de la —, I, 492. Conditions d'action de la — sur la *matière fibrinoplastique*, I, 492, 493. Préparation de la substance —, I, 496. Propriétés de la substance —, I, 496. Observation sur sa nature, I, 497. — dans les sérosités, II, 451.

Fibrinoplastique (Substance). Voy. **Paraglobuline**.

Fièvre intermittente, ses rapports avec les *palmella*, I, 24. Vomissements de la — typhoïde, II, 284. Selles de la — typhoïde, II, 302. Résumé de l'état du sang dans les —, II, 309. État du sang dans les — éruptives, II, 325. État du sang dans les — intermittentes, II, 326. État du sang dans la — puerpérale, II, 330. État du sang dans la — typhoïde, II, 331. Couleur des urines dans la —, II, 348. Variations de l'urée dans les — intermittentes, II, 358. Variations de l'urée et du chlore éliminé dans la — typhoïde, II, 359. Variations de l'urée dans les — éruptives, II, 359. Variations de l'acide urique dans les — graves, II, 368. Variations de l'acide urique dans les — éruptives, II, 368. État des matières extractives urinaires dans la —, II, 370. Matières extractives de l'urine durant la — intermittente, II, 372 (*Note*). Accumulation des matières extractives dans le sang et l'urine durant la —, II, 373. Variations des chlorures dans les urines de la —, II, 377. — qui s'accompagnent d'albuminurie, II, 384.

Filets nerveux, II, 190.

Fluide prostatique, II, 241.

Fluor dans les eaux potables, I, 161.

Fluorures dans le blanc d'œuf, II, 225. — dans les os, I, 357, 358. — dans l'organisme, I, 273.

Fœces. Voy. **Excréments** et **Selles**.

Foie. Structure du —, II, 88. Compotition chimique du —, II, 90. Matières albuminoïdes des cellules du —, II, 91. Substances contenues dans le —, II, 90, 92. Composition analytique du —, II, 92. *Matière glycogène* du —, II, 93. Infiltration graisseuse du —, II, 534. Le — comme aliment, I, 63. Altérations morbides du —; *tableau d'analyse*, II, 422.

Force. La production de la —, dépense de la matière protéique, I, 74, 569.

Formique (Acide) dans le tissu musculaire, I, 307.

Foyers infectieux. Désinfection des —, I, 26.

Fraction de saturation de l'air atmosphérique, I, 7.

Fromages. Division en deux classes, I, 65. Composition de divers —, I, 66.

Fruits proprement dits. Division en quatre classes, I, 51. — Tableau de l'analyse de fruits divers, I, 52. — sucrés, I, 51. Leurs transformations durant la maturation, I, 53. — acides, I, 53. — féculents, I, 53, 54. Composition de divers — huileux, I, 54. — du cacaotier; sa composition, I, 54. Rôle des — dans l'alimentation, I, 55. Altérations des —, I, 131.

Fumage appliqué à la conservation des aliments, I, 138.

Fumarique (Acide) dérivé des matières albuminoïdes, I, 249.

G

Galacturie. Urines de la —; elles peuvent contenir de la fibrine, II, 383.

Garance. Sa couleur peut passer dans les urines, II, 349.

Gastrorrhée. État du mucus stomacal dans la —, II, 282.

Gaz.

(*A*). GAZ EN GÉNÉRAL. — dissous dans les eaux minérales, I, 150. Dosage des — contenus dans les eaux, I, 197. — dus à la combustion, dans les lieux clos, I, 206 et 207. Les — toxiques influent sur la respiration, II, 180.

(*B*). GAZ DANS L'ORGANISME, I, 275. — de l'estomac, I, 408. — de l'intestin; leur origine, II, 305. Composition des — de l'intestin grêle, I, 426. — de l'intestin dans les maladies, II, 304. — du gros intestin, I, 434. — du tissu musculaire, I, 309. Les — du muscle varient durant le travail, I, 315. — du sang, I, 520; historique de leur recherche, I, 520. Composition des — du sang artériel et veineux, I, 523. — du sang dans l'asphyxie, I, 524. — du sang des muscles au repos ou en travail, I, 524. Acide carbonique du sang et du sérum, I, 525. — du sérum, I, 526. A quel état se trouvent les — du sang, I, 527. Analyse des — du sang, I, 553. Extraction des — du sang, I, 554. — du sang; déplacement de l'oxygène par l'oxyde de carbone, I, 556. — du sang absorbés sous des pressions croissantes, II, 177 (*Note*). — du sang pathologique, II, 314. — du sang dans les fièvres éruptives, II, 326. — des urines normales; leurs variations, II, 44. Séparation des — des urines, II, 78. — de la bile, II, 100. — contenus dans le blanc d'œuf, II, 229. — du lait, II, 255. — du liquide de l'ascite, II, 459. — du pus, II, 479.

Gaz expirés. *Voy.* **Expiration.**

Gélatine, I, 355. — dérivant du tissu conjonctif, I, 325.

Géléine, I, 325. Différences de la — et de la gélatine, I, 325.

Géline, I, 324.

Germes atmosphériques, I, 19, 20.

Glandes. *Voy. leur nom spécifique* : GLANDES MUCIPARES, SUDORIPARES, SÉBACÉES, etc.

Glandes salivaires, I, 377. — à mucus, de l'estomac, I, 386. — de l'estomac à suc gastrique, I, 387. Liquide des — du duodénum, I, 421. Humeur des — de Cowper, II, 241.

Glandes vasculaires sanguines, I, 557.

Globules blancs, I, 485. Caractères micrographiques des —, I, 485. Caractères physiques et chimiques des —, I, 485. Matière contractile des —, I, 319. Fonctions des —, I, 481. Quantité et variations des —, I, 486.

Globules rouges du sang. Composition des —, I, 449. Substances constitutives des —, I, 450. Constitution des —, I, 453. Nombre, superficie des —, I, 454. Quantité d'eau des — à l'état humide, I, 454. Densité et poids des —, I, 454. Constitution des —, I, 455. *Synonymie* des substances qu'on a successivement extrait des —, I, 456 (*Note*). Stroma des —, I, 457. Fibrine des —, I, 459. Paraglobuline des —, I, 459. Cholestérine des —, I, 460. Lécithine des —, I, 460. Graisses des —, I, 460. Eau et matières minérales des —, I, 461. Noyaux des —, I, 461. Matières extractives des —, I, 461. Substances minérales des —, I, 482. Analyse des —, I, 548. Dosage des graisses, de la lécithine, de la cholestérine, de l'hémoglobine des —, I, 550. Variations des — dans les maladies, II, 310. Les — diminuent de nombre chez les saturnins, II, 338.

Globules de pus, *Voy. aussi* **Corpuscules du pus.** Matière contractile des —, I, 319.

Globuline des globules rouges, I, 457. *Synonymie*, I, 456 (*note*). La — de Denis constitue le stroma, I, 462. — *du stroma*; propriétés, I, 462. Do-

sage de la — dans le globule sanguin, I, 549. Remarque sur la nature de la —, I, 497. Rapports de la caséine et de l'albumine avec la —, II, 230. Matière analogue à la — dans les urines, II, 383.

Glomérules du rein, II, 3.

Glucose chez l'animal, I, 269 et 270. — dérivé des matières protéiques, I, 246. — dans le tissu musculaire, I, 304. — dérivé de la substance du cartilage, I, 348. — dans le sérum sanguin, I, 514. Variations du — dans les urines normales, II, 32. Le — injecté dans les veines passe dans les urines, II, 35. Dosage du — dans les urines, II, 72. Dosage du —. Causes d'erreurs. Corps réduisant le réactif cupropotassique, II, 73. Recherche du — dans le chyme, II, 286. — dans les urines, II, 385, 445. — dans les sueurs morbides, II, 435. — dans le sperme, II, 445. — dans le pus des diabétiques, II, 467.

Glutamique (Acide) dérivé des matières protéiques, I, 246.

Gluten. Pains de —, I, 106. Digestion stomacale du —, I, 205.

Glycérine. La — est un alcool triatomique existant dans les corps gras, I, 333. — dans les vins, I, 121. Son origine dans l'économie, I, 268, 340.

Glycérophosphorique (Acide), II, 193 et 200.

Glycocolle, I, 245. Constitution, origine du —, I, 263.

Glycocholique (Acide), II, 102, 104.

Glycogène (Matière), II, 93. Préparation du —, II, 94. Propriétés, II, 94. Transformation ; origine, II, 95 — dans le poumon des fœtus, II, 134. — dans le tissu musculaire, I. 304.

Glycosurie, II, 385.

Goitre. Est-il produit par l'usage de diverses eaux ? I, 180 et 182.

Gommes syphilitiques, II, 521.

Goujon. Composition de la chair de —, I, 61.

Goutte. État du sang dans la —, II, 325. État du rein dans la —, II, 342. État des articulations dans la —, II, 545.

Graisses. *Voy.* aussi **Corps gras**.

Graisses, I, 321, 331. — musculaires, I, 307. — de la lymphe, I, 440. — du globule hématique, I, 460. — du sérum, I, 514. Dosage des — dans le globule sanguin, I, 549. — cérébrales, II, 209. — du jaune d'œuf, II, 236. Variation des — dans l'œuf couvé, II, 238 et 239. — dans la sueur, II, 435. Séparation de la — des urines, II, 77. Formation de la — dans l'économie, I, 566. Digestion pancréatique des —, I, 418. Sophistication des —, I, 135.

Granulations hématiques, I, 487.

Granulations de Pacchioni, II, 526.

Granulations riziformes, II, 495.

Gras (Acides) de l'organisme, I, 269. — dans les urines, II, 390.

Grégarines dans les selles, II, 296. — dans les urines, II, 420.

Grenouille. Chair de —, I, 61, 66.

Grisou. Effets du — sur l'organisme, I, 219.

Gros intestin. Glandes du —, I, 428. Matières contenues dans le —, I, 429. Gaz du —, I, 434.

Grossesse. Influence de la — sur la respiration, II, 174. Influence de la — snr le lait, II, 259.

Guanidine, I, 303. Constitution ; origine, I, 263.

Guanine, I, 302 et 303. Constitution; origine, I, 263. — dans le pancréas, II, 86. — dans les urines, II, 389. — dans les sédiments urinaires, II, 413.

H

Habitations. Matériaux de construction d'une —, leur importance, I, 203. Vieilles — ; maladies qui y règnent, I, 203. Conditions générales d'une bonne —, I, 203. Cubage d'air des lieux habités ; principes, I, 204. Chauffage des —, I, 206. Eclairage des —, I, 207. Ventillation des — ; principes, I, 207 et 208.

Havers. Canaux de —, I, 351.

Hématidrose, II, 435.

Hématies. Voy. **Globules rouges sanguins**.

Hématine, Hématosine. *Synonymie*, I, 463. (*Note.*)

Hématine, I, 478. Composition de l'—, I, 260. Formule de l'—, I, 264. Spectre de l'—, I, 471. Préparation de l'—, I, 478. Propriétés de l'—, I, 479. Chlorhydrate d'—, ou *hémine*, I, 480. Spectre de l'—, I, 481. Rapport de l'— avec la bilirubine, II, 102.

Hémato-cristalline. *Synonymie*, I, 456 (*Voy.* **Hémoglobine**).

Hématoïdine, I, 482. Composition de l'—, I, 260, Formule de l'—, I, 264. Propriétés de l'—; différences de l'— avec la bilirubine, II, 528. Rapports de l'— avec la bilirubine et l'hématine, II, 109.

Hématose, II, 134.

Hématosine. Voy. **Hématine**.

Hémine, I, 480.

Hémoglobine, *Synonymie*, I, 463. (*Note.*) Préparation de l'—, I, 458, 463. — réduite, I, 470. Composition de l'—, I, 465. Forme cristalline, propriétés optiques de l'— I, 465. Propriétés chimiques de l'—, I, 465. Dédoublements de l'— par l'eau, les acides, les bases, I, 468. Spectre d'absorption de l'—, I, 469. Quantité contenue dans le sang, I, 469. — *réduite et oxygénée*, I, 470. *Oxy-hémoglobine*, I, 570. Action de l'oxygène sur l'—, I, 472. Action de l'oxyde de carbone sur l'—, I, 474. Action du bioxyde d'azote sur l'—, I, 475. — bioxyazotée, I, 476. Action de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins sur l'—, I, 476. Produits de décomposition de l'—, I, 477. Action de l'eau oxygénée sur l'—, I, 477. — dans le sang de divers animaux, I, 535. Dosage de l'— dans le globule sanguin, I, 550. — du sérum musculaire, I, 296. Comment on reconnait l'— dans les urines, II, 77. Variations de l'— dans les maladies, II, 310. — dans les urines, II, 349.

Hémorrhagies. État du sang dans les —, II, 522. — cérébrales, II, 536.

Hépatiques (Substances). Voy. **Foie**.

Hépatiques (Affections). Variations de l'acide urique dans les —, II, 369.

Hippurique (Acide). Constitution, origine, I, 263. — dans le plasma sanguin, I, 515. — urinaire, son origine, II, 24. — dans les urines normales, II, 24. Dosage de l'— dans les urines, II, 65, 66, 68. Variations de l'— dans les maladies, II, 369. — des sueurs, II, 434.

Hircique (Acide), I, 335.

Hôpitaux. I, 209; Ventilation des —, I, 209. Conditions générales de bonne installation des —, I, 210. Les — doivent n'avoir que de petites salles, I, 211. Enduits propres à revêtir les salles d'—, I, 211. Température des salles d'—, I, 212. Éclairage et ventilation des —, I, 212. — sous tentes, I, 212.

Huiles. Sophistications des —, I, 135.

Huîtres. Comme aliments, I, 66.

Humeur aqueuse, I, 376.

Humeurs. Méthodes générale d'analyse immédiate des —, I, 293.

Hyaline, I, 349.

Hydarthrose. Sérosité des articulations dans l'—, II, 464.

Hydrates de carbone. Voir en général chacun d'eux : **Amidon**, **cellulose**, **glucose**, etc. — comme aliments ; où on les trouve ; leur rôle, I, 42. — dans l'organisme animal, I, 269. Les — peuvent-ils servir à produire les graisses chez l'animal, I, 339. Digestion stomacale des —, I, 406. Action de la bile sur les —, I, 415. Assimilation et désassimilation des —, I, 578.

Hydrobilirubine, II, 29, 109.

Hydrocarbures gazeux dans l'intestin des malades, II, 504.

Hydrocèle. Liquide de l'—, II, 460.

Hydrogène dans les gaz expirés II, 162. — dans l'intestin des malades, II, 504.

Hydrogènes carbonés dans l'air atmosphérique, I, 13.

Hydrogène phosphoré sécrété par le tube intestinal chez les malades, II, 305.

Hydrogène sulfuré dans l'intestin des malades, II, 305.

Hydropisie. État du sang dans l'—, II, 334. Variations de l'urée dans l'— II, 362.

Hydropisine dans les sérosités, II, 451. Dosage de l'—, II, 453. — dans les kystes de l'ovaire, II, 491.

Hydrotimétrie, II, 194. Correspondance des degrés hydrotimétriques et des poids; *tableau*, I, 197.

Hygiène. Applications de la chimie à l'—, I, 1.

Hyocholique (Acide), II, 103.

Hypoxanthine, I, 300. Constitution, origine, I, 263. Recherche de l'— dans un liquide organique, I, 293. — dans le plasma sanguin, I, 516. — dans la rate, I, 561. — dans le foie, II, 93. Dosage de l'— dans les urines, II, 17. — cérébrale, II, 213. — dans les calculs et sédiments urinaires, II, 412.

Hystérie. Vomissements dans l'—, II, 283, 284.

I

Ichtidine, II, 235.

Ichtine, II, 235.

Ichtuline, II, 235.

Ictère. Selles de l'—, II, 302. Gaz de l'intestin dans l'—, II, 305. État du sang dans l'—, II, 328. État du rein dans l'—, II, 342. Variations de l'urée dans l'—, II, 359.

Igname. Composition de l'—, I, 48.

Inanition. Effets de l'—, I, 88. Influence de l'—sur le mouvement nutritif, I, 574. Excrétion de l'urée dans l'—, II, 17. L'azote de l'air est-il absorbé dans —? II, 161.

Incinération. L'— altère les matières minérales, I, 309.

Incubation. Son influence sur l'œuf, II, 237.

Indican. Dérivés de l'—, II, 27. — des urines normales, II, 27. Dosage de l'— dans les urines, II, 70.

Indicanine, II, 28.

Indigestion. Produits stomacaux dans l'—, II, 285.

Indiglucine, II, 28.

Indigo des urines; son origine, II, 28, 30. — dans le pus, II, 475.

Indirubine. L'—dérive de l'indican, II, 26. — des urines normales, II, 31.

Indol, I, 432. — dans le chyme pancréatique, I 418.

Infiltrations des tissus. *Voy* **Dégénérescences**, et II, 515.

Inflammation du cerveau, II, 537.

Infusoires. (*Voy*. aussi **Vibrions**, **Bactéries**, **Bactéridies**.) Matière contractile des—, I, 319.

Ingesta et **Excreta**. Balance entre les—, I, 582.

Inosique (Acide), I, 303. Recherche de l'— dans un liquide organique, I, 293 et 294.

Inosite, I, 270 et 305. Recherche de l'— dans un liquide organique, I, 294 et 295. — produite durant le travail musculaire, I, 314. — dans la rate, I, 561. Dosage de l'— dans les urines, II, 72, 389. Séparation dans les urines du glucose et de l'—, II, 72. — dans le pancréas, II, 88. — cérébrale, II, 209.

Inosurie. S'accompagne quelquefois d'albuminurie, II, 385.

Insolation mécanisme de l'—, I, 287.

Inspiration. Volume d'une—, II, 147.

Intestin grêle. Glandes de l'—, I, 422. Gaz de l'—, I, 426.

Intestinal (Suc), *Voy*. **Suc**.

Inuline des racines féculentes, I, 49.

Iode dans l'air atmosphérique, I, 16. — dans les eaux, I, 180. — recherches de l'— dans les eaux, I, 201.

Iodures alcalins. Leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 366.

Ischurie. Vomissements dans l'— II, 283.

Ivoire, I, 561. Composition de l'—, dentaire, I, 362.

J

Jaune d'œuf. Comment il est constitué, II, 220. Propriétés et composition du —, II, 232. Séparation des divers principes du —, II, 233. Vitel-

line du —, II, 235. — Substances albuminoïdes du — II, 235. Lécithine, cérébrine, graisses, matières amylacées, sucres dans le —, II, 256.

K

Kératine, I, 369. II, 121.

Kyestéine, II, 385 (*Note*).

Kystes. Contenu des —, II, 487. — sebacés, II, 488. — de la mamelle, II, 489. — de l'ovaire, II, 490; — fluides de l'ovaire, II, 490; *id.* à liquides filants, II, 490; *id.* gélatineux, II, 492. — du sein, II, 442. — spermatiques, II, 444. — des muqueuses, II, 494. — utérins, II, 494. — des gaînes tendineuses, II, 495. — synoviaux, II, 486.

L

Lactique (Acide). Recherche de l'— dans un liquide organique, I, 294 et 295. — produit par l'activité musculaire, I, 314. L'— existe-t-il dans le suc gastrique? I, 391. — dans le plasma sanguin, I, 515. Dosage de l'— dans les urines, II, 66 et 67. — dans le pancréas, II, 88. — dans le cerveau, II, 213. — dans les urines, II, 392. — dans les sueurs, II, 434.

Lactobutyromètre, II, 266.

Lactodensimètre, II, 266.

Lactoprotéine, II, 253.

Lactoscope, II, 266.

Lactose, I, 270. II, 254.

Lait.

(*A.*) Lait en général. II, 246. *Caractères physiques du* —, II, 246. Densité du —, II, 247. Couleur du —, II, 247, 257. Caractères microscopiques du —, II, 247. Caractères chimiques du, II, 248. Alcalinité du —, II, 248. Coagulation du —, II, 248. Action des acides sur le —, II, 249. Action de la présure sur le —, II, 249. *Serai* du —, II, 250. Le — s'oxyde à l'air, II, 250. Fermentation du — à l'air, II, 250. *Caséine* du —, II, 251. *Eau et parties fixes* du —, II, 251. *Albumine* du —, II, 253. *Beurre* du —, II, 253. *Lactoprotéine* du —, II, 253. *Matières minérales* du —, II, 254. *Sucre de* —, II, 254. Matériaux qui n'existent qu'en faible quantité dans le —, II, 255. Influences modificatrices du —, II, 256. Influence de l'alimentation sur le —, II, 256. Quantité de — sécrété, II, 256. Odeur du —, II, 257. Influence du repos et de la fatigue sur le —, II, 257. Influence des traites successives, II, 257. — contenant de l'albumine, II, 258. Influence de son abondance sur la composition du —, II, 258. Influence de la menstruation sur le —, II, 258. Influence de l'âge de la nourrice; de l'âge du —, II, 259. Origine des principes immédiats du —, II, 275. — comme aliment, I, 65.

(*B.*) Lait des divers mammifères. Comparaison du — de femme, de vache et d'ânesse, II, 250. — *de femme*, II, 260. *Tableau* de sa composition, II, 262. — *de vache*, II, 261. *Tableau* de sa composition, II, 262. — *de chèvre*, II, 261. Composition de ce —, II, 264. — *d'ânesse*, II, 261. Composition de ce —, II, 264. — *de jument*, II, 261. Composition de ce —, II, 264. — *de brebis*, II, 261. Composition de ce —, II, 264.

(*C.*) Conservation, imitations, falsifications du lait. Altérations spontanées du —, I, 129. *Conservation* du —, II, 270. *Falsifications* du —, II, 271. Imitations du lait; laits artificiels, II, 271. — médicamenteux, II, 272. — artificiel de *Liébig*, II, 271.

(*D.*) Lait dans l'état pathologique. *État colostral* du —, II, 264. (Voy. aussi Colostrum). Influence de la grossesse sur le —, II, 259. — pendant les maladies, II, 437. — dans les maladies aiguës, II, 438. — dans les maladies chroniques, II, 439. — sécrété dans les états passionnels, II, 440. — vénéneux, II, 440, 443. — anormalement colorés, II, 441. — passage des médicaments et des poisons dans le —, II, 442. — bleu, II, 441. *Lactoscope*, II, 266.

(*E.*) Analyses et essais du lait. *Densimètre* pour le —, II, 266. *Lactobutyromètre*, II, 266. *Examen du* —, II 265. *Essais et analyses du* —, II 265. *Procédés d'analyse du* —, I

267 et suivantes. Gaz du —, II, 255.

Laitance comme aliment, I, 64. — de carpe ; analyse, II, 245.

Larmes. Composition des —, II, 84. Analyse des —, II, 85.

Laxatifs. Voy. **Purgatifs**.

Lécithine, II, 199. — dans le cerveau ; son rôle dans l'alimentation, I, 64. — dans le globule rouge, I, 460. — dans le plasma sanguin, I, 516. dosage de la — dans le globule sanguin, I, 549. — du jaune d'œuf, II, 236. La — peut dériver de la vitelline, II, 234. — dans le sperme, II, 243. — dans le lait, II, 255. — dans le pus, II, 472.

Légumes. Classification des — alimentaires, I, 46. — herbacés ; leur composition, I, 49. — riches en albumine et azote, I, 50. — mucilagineux et salins, I, 50. — riches en principes acides, I, 50. — exempts d'amidon, I, 50. Rôle des — dans l'alimentation, I, 50 et 51. — trop abondants dans l'alimentation ; effets, I, 51. Altération des —, I, 131. Conservation des — par dessication, I, 140.

Légumineuses. Les graines de — contiennent les sels du sang, I, 48 Les graines de — sont riches en fer, I, 48. Composition des principales semences de —, I, 47. *Fruits de* —, tableau de leur composition, I, 46.

Leptomitus dans les urines, II, 420.

Leptotrix buccalis, I, 23. — dans les selles, II, 297.

Leucine. Composition, I, 260. Constitution, origine de la —, I, 263. — Quantités de — produite par la décomposition des matières protéiques, I, 245. Constitution de la —, I, 260. Dérivés de la —, par oxydation, I, 261. Recherche de la — dans un liquide organique, I, 294 et 295. — dans le suc pancréatique, I, 415. — dans le produit de la digestion pancréatique, I, 417. — dans le plasma sanguin, I, 516. — dans la rate, I, 561. — dans le pancréas, II, 88. — du foie, II, 92. — dérivée de l'indican urinaire, II, 28. Dosage de la — dans les urines, II, 76. — dans le poumon, II, 131. — dans la salive des hystériques, II, 279. — cérébrale, II, 213. — dans les selles morbides, II, 294. — dans les urines pathologiques, II, 387.

Leucocytes, voy. **Globules blancs**.

Leucocythémie. État du sang dans la —, II, 319. État des reins dans la —, II. 342.

Levain, I, 100 et 101. Action du — sur la farine, I, 101.

Levûre de bière, I, 23. Sa composition, I, 266. — dans les urines, II, 420.

Lichen d'Islande. Composition, I, 49.

Lipome, II, 519.

Liquide allantoïdien, II, 119. Tableau de sa composition, II, 120.

Liquide amniotique, II, 119. Tableau de sa composition, II, 120.

Liquide cérébro-spinal, II, 118.

Lumière. Versée à la surface de l'atmosphère, I, 30. Action de la — sur l'organisme, I, 30.

Lymphatiques. Canaux et ganglions. I, 436. Structure des —, I, 437.

Lymphe. Caractères microscopiques de la —, I, 438. Propriétés physiques et chimiques de la —I, 439. Composition de la — ; *tableau*, I, 441. — pathologique, II, 339.

M

Maladies. *Voy.* aussi **Fièvre**. Les — contagieuses sont dues à des ferments, I, 20. — d'*Addison*, I, 562. Salive dans la — de *Bright*, II, 279. État du sang dans la — de Bright, II, 333. État du sang dans les — infectieuses, II, 329. État du sang dans les — du cœur, II, 334. État du sang dans les — de la moelle, II, 335. — État du sang dans la — saturnine, II, 338. Variations de l'urée dans les — aiguës du foie, II, 359. Résumé de l'état du sang dans les — chroniques, II, 309. Variations de l'urée dans les — chroniques, II, 360. Variations de l'acide urique dans les — chroniques, II, 368 et 369. Variations de l'urée dans les — du cœur, II, 362. — qui s'accompagnent d'albuminurie, II.

384. État du lait sécrété dans les — aiguës, II, 438. État du lait dans les — chroniques, II, 439. — bronzée, II, 529.

Magnésie. Variations de la — dans les urines morbides, II; 381.

Manganèse dans l'organisme, I, 275.

Maquereau. Composition de la chair de —, I, 61.

Matériaux azotés. *Voy.* **Matières protéiques.**

Matières adipogènes, I, 42.

Matières albuminoïdes. *Voy.* **Matières protéiques**.

Matières alimentaires. *Voy.* **Aliments**.

Matières amylacées. *Voy.* aussi **Amidon**. Digestion pancréatique des —, I, 418.

Matière amyloïde, II, 524.

Matières azotées. *Voy.* **Matières protéiques.** Assimilation et désassimilation des —, I, 575.

Matières azotées non protéiques comme aliments, I, 40.

Matière cérébrale grasse de *Vauquelin*, II, 192.

Matières collagènes comme aliments ; leur composition générale, I, 37, 40. — dans le pus, II, 467, 471.

Matière colloïde, II, 521.

Matières colorantes. *Voy.* aussi **Pigments.** — du plasma sanguin, I, 516. Les — ingérées peuvent passer dans les urines, II, 35. — des urines normales, II, 26. Leur détermination dans les urines, II, 69. — des urines pathologiques, II, 375. — de la bile, II, 107. D'où dérivent les — de la bile II, 108. — de la bile employées comme réactifs des épithéliums, II, 123. — des calculs biliaires, II, 428. — dans les sueurs, II, 435.

Matières extractives de la viande ; leur rôle dans l'alimentation, I, 109. Les - fournissent de l'azote à l'économie, I, 576. — dérivées par désassimilation des matières protéiques, I, 259. — de la lymphe, I, 441. — du sérum, I, 514. Dosage des — dans le sérum sanguin, I, 552. — du cerveau, II. 195, 196, 212. — des urines, II, 370. Variations des — des urines dans les maladies, II, 370 et suiv. Les — non éliminées par les urines deviennent la cause de troubles fonctionnels, II, 371. — des urines ; leurs relations avec l'urée, II, 371. — de l'urine avant et pendant l'accès de fièvre intermittente, II, 371 (*note*). L'accumulation des — dans le sang coïncide avec une recrudescence de la fièvre, II, 372. — du sang et de l'urine dans le choléra, II, 372. Effets de leur accumulation dans le sang, II, 373. Les — s'accumulent dans le sang et l'urine durant la fièvre, II, 373. Substances qui enrayent la production ou l'accumulation des — dans l'organisme, II, 374. Méthode générale d'analyse immédiate des —, I, 293.

Matières fécales. *Voy.* **Excréments.**

Matière fibrinogène *Voy.* aussi **Fibrinogène.** — dans les urines, II, 383.

Matières de la génération, II, 217. *Voy.* **Œuf** et **Sperme.**

Matières grasses. Les — sont fondues, mais non digérées dans l'estomac, I, 406. *Voy.* aussi **Corps gras.**

Matière glycogène, I, 269. *Voy.* **Glycogène,**

Matières minérales comme aliments, I, 43. — du bouillon et du bouilli, I, 111. — de la viande, comparaison avec celles du sang, du lait, du cerveau, II, 214. — des eaux de pluie, I, 173. Les — des eaux de pluie varient avec les divers lieux, I, 174. Les — des tissus ne sont pas toujours représentées par les cendres, I, 272. Rôle des — dans les corps protéiques, I, 259. — de l'organisme ; leur rôle, I, 259 et 271. — du globule rouge, I, 483. — du sang, comparaison avec celles du lait, de la viande et du cerveau, II, 214. — des os, I, 356. — des urines normales, II, 36. Passage des — dans les urines, II, 46. Assimilation et désassimilation des —, I, 579. — de la sueur, II. 82. — du cerveau, II, 196. — du jaune d'œuf, II, 233. Variations des — dans l'œuf qui couve, II, 239. — du lait, II, 255. — dans le sang morbide, II, 516. — des sueurs morbides, II, 435.

Matière nerveuse. *Cellule nerveuse*, II, 187. Historique des recherches sur la —, II, 192. Composition générale de la —, II, 194. — blanche, grise; leur poids spécifique, II, 195. Eau de la —, II, 195. Substances albuminoïdes de la —, II, 195. Substances extractives de la —, II. 195. Cholestérine du cerveau, II, 198. Inosite cérébrale, II, 196. Sels minéraux du cerveau, II, 196. Analyse des parties grises et blanches du cerveau, II, 197. Substance grise; substance blanche, II, 210. Influence de l'âge sur la composition de la —, II, 198. — de la moelle, II, 198. Substances protéiques de la —, II, 198. *Lécithines* contenues dans la —, II, 199. *Protagon* de la —, II, 202. *Névrine* ou *Choline*, II, 205. *Cérébrine*, II, 206. *Cholestérine* de la —, II, 209. Séparation des graisses, de la cholestérine, de l'inosite de la —, II, 210. Substances extractives de la —, II, 212. Eau de la —, II, 195, 213. Sels minéraux de la —, II, 213 et 214. *Graisses cérébrales*, II, 209. Action des réactifs sur la mise en activité de la —, II, 215. Phénomènes chimiques corrélatifs de l'activité nerveuse, II, 215.

Matières organiques. *Voy.* aussi **Matières extractives.** — en état de décomposition dans les eaux potables, I, 183. Dosage des — dans les eaux, I, 200. Leur altération dans l'économie et leur passage dans les urines, II, 34.

Matières pigmentaires. *Voy.* **Pigments.**

Matières protéiques.

(*A*). Étude générale des matières protéiques, I, 231. Propriétés générales des —, I, 231, 239. Leur état dans l'organisme, I, 232. Classification des —, I, 232. Première classe des — ou *Substances albuminoïdes proprement dites*, I, 233. Deuxième classe des —, ou *Substances collagènes*, I, 233. Dessiccation des —, I, 240 et 241. Diffusibilité des —, I, 241. Action des — sur la lumière polarisée, I, 241. — cristallisées, I, 241. Action des divers réactifs sur les —, I, 241. Décomposition des —, I, 242. Action de l'eau sur les —, I, 242. Coagulation des — I, 242. Phosphore contenu dans les —, I, 238. Son rôle, I, 265 Rôle du soufre dans les —, I, 238, 265. Rôle du fer dans les —, I, 239. Cendres des —, I, 239. Les — solubles peuvent se coaguler par la chaleur, I, 239. État de leurs solutions aqueuses, I, 240. Action des sels neutres sur les solutions de —, I, 240. Action des acides sur les —, I, 243. Solution des — dans les acides très-dilués, I, 243. Produits dérivés des —, I, 243, 245, 246, 249. Action de l'eau surchauffée sur les —, I. 243. Amides dérivés des —, I, 244, 245, 246. Action des acides concentrés sur les —, I, 244. Dédoublements des —, I, 244. Dérivés non azotés des —, I, 246. Action des alcalis étendus sur les —, I, 246. Action des alcalis concentrés sur les —, I, 247. Méthode générale de séparation des —; *historique*, I, 247. Action des sels neutres sur les —, I, 247. Réaction de divers sels sur les —, I, 248. Équivalent, poids moléculaire et formule des —, I, 248. Action de la chaleur sur les —, I, 249. Action des oxydants, I, 249. Action du chlore et du brome sur les —, I, 250. Putréfaction des —, I, 250. Les — donnent-elles de l'urée par leur oxydation? I, 250. Dédoublements des — par la putréfaction, I, 253. Constitution des —, Théories de *Liebig*, de *Mulder*, I, 254; de *Sterry-Hunt*, I, 255. Théorie rationnelle de la constitution des —, I, 256. Origine des —, I, 256. Comment les — se forment dans les plantes, I, 256 et 257. — *végétales* et *animales*. Leur transformation dans l'économie, I, 257 et 258. — *végétales* et *animales*; comparaison, I, 258. Désassimilation des —; corps dérivés, I, 258. Dérivés azotés des —, I, 259 et suiv. Constitution des principaux dérivés azotés des — (*Tableau*), I. 263. Constitution des dérivés azotés des —, I, 264.

(*B*). Matières protéiques considérées dans l'organisme. Variation des — dans le muscle en travail, I, 314. Les — peuvent fournir des **graisses** à

l'animal, I, 339. — comme aliments, I, 37, 38. Les — fournissent l'azote à l'économie, I, 375. Digestion des —, I, 397, 405. Action de l'acide chlorhydrique très-dilué sur les —, I, 397. Corps qui résultent de cette action, I, 398. Transformation des — en *peptones*, I, 399, 400. Etat *caséiforme* des —, I, 400. Quantité de — digérée par le suc gastrique, I, 404. — alimentaires; divis on en deux classes, I, 37. Digestion stomacale des — *végétales*, I, 405. Action de la bile sur les —, I, 412. Digestion des — par le suc pancréatique, I, 416. — du cerveau, II. 195, 198. — de l'albumen, II, 226. Variations des — dans l'œuf qui couve, II, 239. — du sperme, II, 242. — cristallisée dans le sperme, II, 242. Fermentation des —. *Voy.* **Putréfaction**.

Matière sébacée des kystes. *Analyses*, II, 489.

Matière spermatique. *Voy.* **Sperme**.

Maturation des fruits, I, 52 et 53.

Meat-Biscuit, I, 139.

Médicaments. Passage des — dans la sueur, II, 83. Expiration de certains —, II, 514.

Mélanémie, II, 327.

Mélanine, I, 366; II, 327 (*Note*); II, 328.

Mélicéris, II, 488.

Menstruation. Influence de la — sur la respiration, II, 174. La — influence le lait, II, 258.

Mercure. Vapeurs de —. Leurs effets nuisibles, I, 225.

Mercurielles (Préparations). Leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 366.

Métalbumine dans les sérosités, II, 451.

Métapeptone, I, 403. (*Renvoi.*)

Métaux. Vapeurs de — dans l'air confiné, I, 224. Recherche des — dans les eaux, I, 201.

Météorisme. Gaz de l'intestin dans le —, II, 305.

Méthémoglobine, I, 477.

Méthodes analytiques. Méthode générale d'analyse immédiate des liquides animaux, I, 293; II, 452. Analyse du sérum musculaire, I, 293. Analyse immédiate des graisses, I, 336. Analyse du sang, I, 344 et suiv. Dosage des matériaux du globule rouge, I, 348; dosage des matériaux du sérum sanguin, I, 351. Analyse des urines, II, 50 et suiv. Dosage des divers éléments minéraux des urines, II, 53. Analyse des urines; dosages de leurs matériaux organiques, II, 59 et suiv. Analyse des sédiments urinaires, II, 393 et suiv. Analyse des calculs urinaires, II, 398. Analyse de la bile, II, 110. Analyse des matières grasses du cerveau, II, 209. Analyses du lait, II, 267. Méthode pour étudier les calculs biliaires, II, 430. Analyse des sérosités, II, 452. Analyse du pus, II, 475.

Méthylglycocolle, I, 300.

Miasmes, I, 17, 25. — dans l'air atmosphérique, I, 16. — contenus dans l'air confiné, I, 215. — détruits par l'ozone, I, 15. Destruction des —, I, 26. Les — s'attachent aux murs des salles d'hôpital, I, 211.

Micoderme de la teigne, I, 22.

Microsporon furfur, I, 22.

Microzoaires, **Microphytes**. Voir aussi **Vibrions**, **Bactéries**. — dans les selles, II, 296. — dans les urines, II, 420.

Microzyma dans les urines, II, 421.

Milieu habité. Questions chimiques relatives aux —, I, 202.

Milk-disease, II, 443.

Moisissures, I, 23. — du pain, I 131.

Mollusques comme aliments, I, 66.

Monades dans les urines, II, 421. — dans le lait, II, 441.

Mucilage, I, 48. Ses caractères, I, 49.

Mucine, II, 123. Préparation, analyse de la —, II, 126. Propriétés de la —, II, 127. — dans le sperme, II, 242. — dans l'urine, II, 416. — dans les tissus en voie de dégénérescence, II, 520. Substance analogue à la — dans le *corps pituitaire*, I, 563.

Mucus.
(*A*). MUCUS NORMAL, II, 123. Propriétés et composition du —, II, 123. Analyse du — II, 124. — buccal, I, 378 ; II, 125. — stomacal, II, 125. — intestinal, II, 125. — vésical, II, 125. — des urines, son dosage, II, 64. — uréthral, II, 125. — vaginal, II, 125. — du col et du corps de l'utérus, II, 125.
(*B*). MUCUS DANS L'ÉTAT PATHOLOGIQUE. Mucosités stomacales dans les maladies, II, 281, 480. — de la gastrorrhée, II, 282. — dans les vomissements, II, 288. — dans les selles morbides, II, 294. — intestinal, II, 295, 482. — dans les sédiments urinaires, II, 416. — des muqueuses irritées ou enflammées, II, 481. — anormaux de la bouche, II, 482. — de la vessie II, 482. — uréthral, II, 483. — de la matrice, II, 483. — du nez et des bronches, II, 502. — des voies respiratoires, II, 502. — de l'expectoration, II. 503. (Voy. aussi **Crachats.**)

Muscles. (Voir **Tissu musculaire.**) I, 277. Matières minérales des — de bœuf, I, 67. Teneur des — en fer, I, 68. Dégénérescence des —, II, 531. Dégénérescence grasse des —, II, 531. Les — des cholériques contiennent de l'urée, II, 532.

Musculine. Voy. **Myosine.** — dans la viande, I, 106. Sirop de —, I, 116.

Mycoderma aceti, I, 23.

Mycoses, I, 23,

Myéline, II, 204, 209.

Myélite, II, 537.

Myosine, I, 107, 288. Préparation, propriétés, différences de la — avec la fibrine, I, 289. La — existe peut-être dans le pus, II, 467.

Myxomes, II, 521.

N

Navets. Composition des —, I, 49.

Nécrobiose graisseuse des os, II, 546.

Nécrose, II, 542.

Néphrite. État du rein dans la —, II, 341.

Néphrozymase des urines, II, 34.

Nerfs. Voy. **Matière nerveuse.**

Nervosisme. Salive dans le —, II, 279.

Névrilemme, II, 190.

Névrine, II, 205. Constitution de la —, origine, I, 264. — dans la bile, II, 99.

Névroglie, II, 189.

Névroses. Gaz de l'intestin dans les —, II, 304.

Nitrates dans les eaux ; dosage, I, 199. — d'argent employé comme réactif des épithéliums, II, 123.

Nitrites dans les eaux ; dosage, I, 199.

Noix, leur composition, I, 54.

Noyaux des épithéliums, II, 122. — sarcolemmatiques, I, 281.

Nuages, I, 143.

Nucléine, II, 468.

Nutrition.
(*A*). NUTRITION GÉNÉRALE, I, 565. Influence du travail intellectuel sur la —, I, 572. Influence de la veille et du sommeil sur la —, I, 573. Modification de la — par le travail musculaire, I, 568. Influence de l'inanition sur la —, I, 574. Équilibre entre les aliments et les produits de désassimilation, I, 582.
(*B*). NUTRITION DES DIVERS TISSUS. — du tissu osseux, I, 566. — du tissu adipeux, I, 566. — du tissu cartilagineux, I, 566. — du tissu conjonctif, I, 566. — du tissu nerveux, I, 566.

O

Odeur des urines, II, 351.

Œdème. Sérosité de l'—, II, 462.

Œil. Milieu de l'—, I, 372.

Œuf de mammifère ; sa constitution, II, 218. — des reptiles écailleux, des poissons cartilagineux, II, 219. Constitution de l'— d'oiseau, II, 221. *Coquille d'*—, II, 222. *Chambre à air*, II, 223. Membrane coquillière de l'—, II, 223. Composition moyenne de l'— d'oiseau, II, 223. Tableau d'analyse de l'— de carpe, II, 223. Albumine de l'—, II, 224. Matière contractile dans les — non fécondés, I, 319. Influence du temps et de l'incubation sur l'—, II, 237. L'— comme

aliment, I, 63. Composition du blanc et du jaune d'—, I, 63, 64. — de poisson comme aliments, I, 64. Conservation des —, I, 138.

Oïdium albicans, I, 22.

Oligurie. Variations de l'urée dans l'—, II, 361.

Ongles, I, 368.

Orages positifs et négatifs, I, 31.

Organismes de l'air atmosphérique; division en quatre groupes, I, 21.

Os. Voy. aussi **Tissu osseux**.
— *dans l'état pathologique*, II, 540. Dégénérescence grasse des —, II, 546. Matières minérales des —, I, 68.

Osmique (Acide). L'— réactif des corps gras, II, 123.

Osséine, I, 353.

Ostéomalacie, II, 540.

Oxalate de chaux. Sédiments et calculs urinaires d'—, II, 401.

Oxalique (Acide). L'— peut dériver de l'acide urique, II, 21. — peut dériver de l'allantoïne, II, 24. — des urines normales, II, 24, 391.

Oxalurique (Acide), peut dériver de l'acide urique, II, 21. Dosage de l'— dans les urines, II, 77.

Oxindicanine, II, 28.

Oxyde de carbone. Ses effets nuisibles dans l'air respiré, I, 219. Action de l'— sur l'hémoglobine, I, 474. Action sur le sang de l' —, I, 532.

Oxyformobenzoïlique (Acide) dans les urines, II, 388.

Oxygène. Quantité d'— dans l'air, I, 5. Quantité d'— nécessaire pour brûler les aliments des 24 heures (*note*), I, 70. État de l'— dans le sang, I, 528. Mécanisme de son absorption dans le poumon, II, 154. L'— respiré sous forte pression agit comme un poison strychnique, II, 174. — absorbé par le sang sous des pressions croissantes, II, 177 (*note*). — dans l'intestin des malades, II, 304.

Oxyhémoglobine, I, 472.

Ozène. Mucosités de l' —, II, 502.

Ozone. Dans l'air atmosphérique. Erreurs commises. Recherche, effets, de l'—, I, 14; Variations de l'— dans divers lieux, I, 15.

P

Pain. I, 99. — *bis*; causes de son brunissement, I, 100. Eau contenue dans la croûte, dans la mie, de —, I, 101. — fabriqué avec l'eau gazeuse, I, 103. — sans levain, I, 103. Addition de sulfate de cuivre au —, I, 103. Alunage du —, I, 103. Cuisson du —, I, 104. — rassis et frais, I, 104. Analyse du —, I, 104. Eau et matières sèches des diverses parties du —, I, 105. Matières minérales du —, I, 105. Valeur nutritive du — par rapport à la viande, I, 105. — pour diabétiques, I, 106. — de gluten, I, 106. — de dextrine, I, 106. — d'amandes pour diabétiques, I, 106. — de gruau, I, 106. — Viennois, I, 106. — de luxe, I, 106. Altération du —, I, 131. Sophistications du —, I, 133, 134. Teneur en eau du —, I, 134. Action de la salive sur le —, I, 386.

Palmella, leur nature, leurs transformations. Elles produiraient les fièvres intermittentes, I, 24.

Pancréas, II, 87. Altération morbides du —, II, 431.

Pancréatine, I, 419.

Pancréatique. Composition de la glande —, II, 87 et 88. *Ferment* — Sa composition, I, 266. Suc —. Ses altérations morbides, II, 431.

Panification I, 100 et *suiv*. Perte de substances nutritives par l'action du levain dans la —, I, 103.

Paraglobuline. *Synonymie*. (*Note*), I, 456. — du globule sanguin, I, 459. Préparation de la —, I, 491, 495. Propriétés de la —, I, 495. Conditions d'action de la — sur le *fibrinogène*, I, 492 et 493. Remarque sur la nature de la —, I, 497. — dans le sérum, I, 512. Dosage de la — dans le globule sanguin, I, 550. Dosage de la — dans le plasma, I, 552.

Paralactique (Acide) *Voy*. **Sarcolactique**.

Paralbumine dans les kystes de l'ovaire, II, 491:

Paramæcium coli, I, 23.

Parapeptone, I, 403. Composition de la —, I, 258.

Parasites des céréales, I, 130.

Parfum du lait, II, 255

Particules organiques et organisées suspendues dans l'air, I, 17 et 18.

Peau. I, 364. Structure de la—, I, 364. Pigments de la—, I, 366. Absorption des diverses substances par la—, I, 367. Appendices de la—, I, 368. — comme aliment, I, 63.

Pectose dans les fruits verts, I, 53.

Penicillium glaucum, I, 23. — dans les urines, II, 420.

Pepsine. Préparation de la — pure, I, 391. Propriétés de la—, I, 392. Certains acides augmentent l'activité de la—, I, 392. Quantité de — dans le suc gastrique, I, 393. L'action digestive de la — est aidée par l'acide chlorhydrique, I, 402.

Peptones. Origine et mode de formation des—, I, 399. Séparation des—, I, 400. Les divers aliments produisent différentes —, I, 400. Caractères des —, I, 401. Les — diffèrent du produit de l'action de HCl dilué sur les corps protéiques, I, 401 et 402.—de *Meisner*, I, 403. *Peptones* (α), (β,), (γ), I, 403 et 404. Les— de *Meisner* diffèrent des peptones de *Lehmann*, I, 401. — *pancréatiques*, I, 417. Dosage des — dans le plasma sanguin, I, 552. — du sérum, I, 513.

Peristomum denticulatum dans les urines, II, 421.

Péritonite. Vomissements de la —II, 284, 290.

Peroxyde de fer des urines normales, II, 42.

Perspiration cutanée, II, 181. Vapeur d'eau de la —, II, 182. Acide carbonique de la —, II, 182 et 183. Oxygène de la —, II, 183 et 184. Azote de la —, II, 183 et 184. Variations de la — avec la température ambiante, II, 184. Variations de la — avec l'activité musculaire, II, 184. Suppression de la —, II, 185. Analyse des gaz de la —, II, 183.

Pettenkoffer et Voit. Leur appareil respiratoire, II. 143,

Phénique (Acide). *Voy*. **Phénol**.

Phénol dans l'organisme animal, I, 270. — dans les urines normales, II, 32.

Phlébite. État du sang dans la —, II, 329.

Phlegmasies. Salive dans les —, II, 279. Fibrine dans les—, II, 312. Etat du sang dans les —, II, 322. Résumé de l'état du sang dans les —, II, 309. Variations de l'acide urique dans les —, II, 368.

Phosphates dans les eaux de pluie, I, 174. — alcalins dans l'organisme, I, 273. — terreux dans l'organisme, I, 274. — alcalins; leurs variations dans les urines normales, II, 41. — terreux des urines; leurs variations, II, 41. — dans les concrétions de l'intestin, II, 303. Variations des — dans les urines pathologiques, II, 379. Sédiments et calculs urinaires de — terreux, II, 402. Sédiments et calculs urinaires de — ammoniaco-magnésien, II, 404.

Phosphore. Effets nuisibles des émanations de — ; Cachexie due au —, I, 225. — dans les matières protéiques, I, 238, 265. Action sur le sang des composés du —, I, 532. Influence des préparations de — sur l'élimination de l'urée, II, 366.

Phosphorique (Acide). Dosage de l'— dans les eaux, I, 200. — des urines, ses variations, II, 40. Dosage de l'— dans l'urine, II, 55. L'— sécrété augmente t-il avec le travail cérébral? II, 216. Variations de l'— dans les urines morbides, II, 380.

Picrocarminate d'ammoniaque. Réactif des épithéliums, II, 123.

Pigments de la peau, I, 366. — des cheveux, I, 371. — biliaires; leur détermination dans les urines, II, 70. — biliaires dans les urines, II, 349. Moyen de les séparer des urines, II, 386 (*Note*.) — biliaires dans le plasma sanguin, I, 515. — de la sueur, II, 82. — du poumon, II, 133. — du jaune d'œuf, II, 237. — de l'urine morbide, II, 348. — pulmonaires dans l'anthracosis, II, 500. — dans les tissus en voie de dégénérescence, II, 527.

Pigments urinaires. Voy. **Matières colorantes** et **Urines**.

Piperin, I, 57.

Pituite, II, 288.

Plasma musculaire, I, 281. Préparation du —, I, 282. — sanguin, I, 487; composition du — sanguin, I, 449, 450. Préparation du — sanguin, I, 487. Propriétés du — sanguin, I,488. Quantité de — sanguin, I, 489. Constitution du — sanguin, I, 489. Coagulation du —sanguin, I, 489. — sanguin, production de la *fibrine*. Voy. **Fibrine du sang**. Causes de l'alcalinité du — sanguin, I, 517. Sels minéraux du — sanguin, I, 517, et 518. Comparaison des matières minérales du — sanguin avec celles des globules rouges, I, 519.

Plasmine, I, 493. Dosage de la — dans le plasma sanguin, I, 551.

Plâtrage des vins, I, 135.

Pléthore. État du sang dans la—, II, 317.

Plomb. Poussières des préparations de —; leurs effets, I, 227.

Pluie, I, 143.

Pneumique (Acide), II, 132.

Pneumonie. État du sang dans la —, II, 323. Analyse du sang dans la —, II, 325. Variations de l'urée dans la —, II, 358. Les urines de la — sont privées de chlorures, II, 377. Les crachats de la — contiennent des chlorures, II, 377. État du poumon dans la —, II, 499.

Poils, I, 370. Composition des —, I, 371. Cendres des —, I, 371. Pigments des —, I, 371.

Poiré, I, 126.

Poissons. Viandes de —, I, 80.

Pollen. Matière contractile du —, I, 319.

Polyurie, II, 356.

Pomme de terre. Composition de la — I, 48. Maladie de la —, I, 131.

Potassium. Les sels de — dans les extraits de viande sont dangereux et utiles, I, 117.

Poulet. Composition de la viande de —, I, 61.

Poumons. Texture des —, II, 129 et 131. Capacité vitale du —, II, 133. Substances qui composent le tissu des —, II, 131. Composition du tissu des —, II, 132. Pigments des —, II,133. — dans l'état pathologique, II, 496. — dans la tuberculose, II, 496. — dans la pneumonie, II, 499. — dans l'anthracosis, II, 500. État du — dans diverses maladies, II, 501.

Poussières végétales; leurs effets lorsqu'elles existent dans l'air respiré, I, 224. — animales; leurs effets lorsqu'elles sont absorbées avec l'air, I, 225. Effets nuisibles des — et vapeurs minérales, I, 224. — minérales répandues dans les espaces clos; effets nuisibles, I, 226, 227.

Pression barométrique, sa mesure, ses variations, I, 31 et 32. Effets des variations de la — sur l'organisme, I, 32 et 33. Influence de la — sur la respiration, II, 174.

Présure, II, 249.

Principes alimentaires, I, 36. — généraux, I, 34. — nécessaires à l'alimentation normale, I, 34. Classification des — de Dumas, I, 36. — assimilables, combustibles, I, 36. — plastiques, respiratoires, I, 37. Classification de l'auteur, I, 37. — protéiques divisés en deux classes, I, 37. — azotés protéiques, I, 37. Valeur alimentaire relative des —, I, 72. Valeur dynamique des —, I, 74 et 75. Valeur calorifique des —, I, 75. Plusieurs — sont nécessaires dans l'alimentation, I, 83.

Principes immédiats, I, 33, 230. On doit les séparer, les caractériser et les classer avant d'étudier la Chimie physiologique, I, 230. Division des — en quatre classes, I, 231. — protéiques, I, 231. — azotés non protéiques, I, 259. — ternaires non azotés, I, 267. — de nature minérale, I, 271.

Professions. Viciations de l'air et dangers dus aux diverses —, I, 221 et suiv.

Prostate. Fluide de la —, II, 241.

Protagon. Le — se confond avec la matière cérébrale blanche de Vauquelin, II, 192 et 194. — en général, II, 202. Rapports du — avec la *cérébrote* et la *lécithine*, II, 204. —

dans le sperme, II, 243. — dans le pus, II, 472.

Protéine de *Mulder*, I, 247, 254.

Protéiques (Matières). Voy. **Albuminoïdes** et **Collagènes (Matières)**. — du tissu hépatique, II, 91.

Protoplasma des épithéliums, II, 122.

Protoplasma contractile, I, 319.

Protoxyde d'azote. Action sur le sang du —, I, 533.

Psorospermies dans les urines, II, 420.

Ptyaline. Sa composition, I, 266, 384. Sa préparation, I, 384. — existe quelquefois dans la salive parotidienne, I, 379. Propriétés de la —, I, 385. — de *Hufner*, I, 385. (*Renvoi*.)

Pulmonaire (Tissu). Voy. **Poumons**.

Pulpe dentaire, I, 561.

Pulpe splénique. Nature chimique de la —, I, 560.

Purgatifs. Selles des —, II, 298.

Pus en général, II, 465. Globules ou corpuscules du —, II, 465. — phlegmoneux, II, 466. Origine des corpuscules du —, II, 466. Constitution du —, II, 466. Matériaux du —, II, 467. Composition du —, II, 467. Corpuscules du —, II, 468. Analyse des corpuscules du —, II, 469. Matériaux du —, II, 470. Matières protéiques du —, II, 470. Matières minérales du —, II. 473. — *colorés*, II, 473. Analyse du —, II, 475. Dosage du poids des corpuscules humides et du sérum du —, II, 475. Dosage des divers matériaux du —, II, 476. Analyse du — total, II, 477. Tableaux d'analyses du —, II, 478. Gaz du —, II, 479. — dans les vomissements, II, 288, 289. — dans les selles. II, 295. — dans les sédiments urinaires, II, 418. — dans les crachats, II, 504. — des os cariés, II, 544.

Pustule maligne contient des vibrions à sa base, I, 24.

Putréfaction des substances protéiques, I, 250. Cause de la —, I, 251. Ferments de la —, I, 251. L'oxygène est nécessaire pour continuer la —, I, 252. Produits de la — des corps protéiques, I, 252. Résidu de la — des substances protéiques, I, 253. Élimination de l'azote par la —, I, 253. — des viandes, I, 128.

Pyine, II, 471.

Pyocyanine, II, 474.

Pyoxanthose, II, 474.

R

Rachitisme, II, 542.

Racines féculentes alimentaires, I, 49. Tableaux de leur composition, I, 48, 49.

Ramollissement cérébral, II, 536.

Rate, I, 558. Détails histologiques sur la —, I, 558. Nature chimique du tissu de la —, I, 559. Composition de la —, I, 560. Altérations morbides de la —, II, 535. — comme aliment, I, 63.

Ration alimentaire. Chaleur produite dans l'organisme par la combustion de la —, I, 77. — d'*entretien*, I. 90, 92 et 93. — habituelle, I, 93, 94. — de *travail*, I. 94. — alimentaire correspondant à une journée de travail, I, 97. — correspondant à 1000 kilogrammètres, I, 97. Carbone et azote de la — des ouvriers de divers pays, I, 98.

Rationnement. (*Voy. aussi* **Ration**), I, 90.

Réfrigération comme moyen de préserver les matières alimentaires, I, 141.

Régime. Le — doit varier avec le mode de vivre, les climats, I, 84 et 85. — trop animalisé ; effets, I, 85 et 86. — végétal ; effets, I, 86 et 87.

Rein, II, 2. Tubes urinifères du —, II, 3. Détails histologiques, II, 3. Composition chimique du —, II, 4. Matières extractives du —, II, 5. Cystine dans le —, II, 6. — dans les états pathologiques, II, 341. — dans les états inflammatoires divers. II, 341. Altérations morbides du —, II, 535.

Repos nerveux, II, 217.

Résidu fixe des urines morbides, II, 355.

Respiration.
(*A*). RESPIRATION NORMALE, II, 129, 134.
Méthodes employées pour étudier la respiration. Méthode directe, II, 135. Méthodes indirectes, II, 136. Mesures de la capacité respiratoire, II, 135 et 136. *Méthodes pour étudier les gaz expirés*. Méthodes des déterminations totales, II, 137. Appareil de Regnault et Reiset, II, 138. Méthodes des déterminations partielles, II, 143. Méthode indirecte, II, 146. *Tableau* du volume d'une inspiration, du nombre des inspirations, et du volume d'air inspiré, II, 147.
Composition des gaz inspirés et expirés, II, 148 et 149. Volume des gaz inspirés et expirés, II, 149. Rapport du volume des gaz inspirés aux gaz expirés, II, 149 et 150. Oxygène et acide carbonique total dépensés et excrétés par la respiration, II, 150. Eau contenue dans les gaz de la —, II, 150. Rapport de l'oxigène inspiré à l'acide carbonique expiré, II, 151. *Tableau* général des phénomènes de la — dans les espèces animales, II, 151.
Mécanisme physico-chimique de la respiration. Historique de la découverte de la vraie théorie de la —, II, 152. La — est un phénomène d'ordre chimique, II, 152. *Absorption de l'oxygène*, II, 154. *Mécanisme de l'exhalation de l'acide carbonique*, II, 156. *Exhalation de la vapeur d'eau*, II, 159. *Dégagement et absorption d'azote*, II, 160. Exhalation de gaz ammoniac, II, 162. Exhalation d'hydrogène et de gaz hydrocarbonés, II, 162. Exhalation de matières odorantes, II, 162.
Variations normales de la respiration. Rapport de l'oxygène inspiré à l'acide carbonique expiré par les diverses espèces animales, II, 163. Variations de la — avec l'espèce animale, II, 163. Variations des phénomènes de la — avec l'état du sujet, II, 163. Variations de la — avec le mode respiratoire, II, 164. Variations de la — avec le sexe, II, 165; l'âge, II, 165; la taille, le poids, II, 166; l'engraissement, II, 166; l'état de la circulation, II, 166; l'état d'activité ou de repos musculaire, I, 95 et II, 168; le sommeil et la veille, l'engourdissement hibernal, II, 169. Variations de la — avec le repos ou l'activité cérébrales, II, 171; l'alimentation et le régime, II, 171; l'inanition, II, 1??; la lumière et l'obscurité, II, 1??; la grossesse et la menstruation, II, 1??.
Variations de la respiration avec le milieu respiré, II, 174. Variations de pression, II, 174. État hygrométrique, II, 178. Température ambiante, II, 178. Variations de la — avec la composition de l'air inspiré, II, 179. Influence des gaz toxiques, II, 1?? — du muscle pendant le travail et le repos, I, 370. — de l'œuf, II, 2??.
(*B*). RESPIRATION PATHOLOGIQUE, II, 511 — dans la chlorose, II, 512. — chez les leucémiques, II, 512. — dans la phthisie, II, 512. — dans la bronchite, II, 513. — dans le diabète, II, 513. — chez les typhisés, II, 513. — dans la pneumonie, II, 513. — dans le choléra, II, 513. — dans l'urémie, II, 514.

Rhubarbe. Passage de son pigment dans les urines, II, 549.

Rhumatisme. État du sang dans le —, II, 322. Variations de l'urée dans le —, II, 538.

Rosée, I, 143.

Rôtissage de la viande, I, 110.

Rougeole. Vomissements dans la —, II, 284.

Q

Quinine. Le sulfate de — influe sur l'excrétion de l'acide urique, II, 2?. Préparations de —. Leur influence sur l'élimination de l'urée, II, 5??.

Quinoïdine animale, I, 265 (*renvoi*).

S

Saburres, II, 282.

Saccharimètre. Dosage du glucose dans les urines par le —, II, 74.

Saignées. Influence des — sur la quantité de fibrine du sang, II, 312.

Salaisons, II, 140.

Salicine. Son altération dans l'économie, II, 35.

Salicylurique (Acide), dérive de la salicine et se retrouve dans les urines, II, 38.

Salivaires (glandes), II, 86.

Salive.

(*A*). SALIVE NORMALE, I, 377. — *parotidienne*, I, 378. Analyse, de la — *parotidienne*, I, 380. — *sous-maxillaire*, I, 380. — *sous-maxillaire de la corde du tympan*, I, 380. — *sous-maxillaire;* sa composition, I, 381. — *sous-maxillaire sympathique*, I, 381. — *sous-maxillaire du ganglion de la glande*, I, 381. — *sous-maxillaire paralytique*, I, 381. — *sublinguale*, I, 382. — *sous-maxillaire totale*. Sa composition, I, 382. — *mixte ou totale*, I, 382. Passage des iodures ou bromures alcalins dans la —, I, 382. Gaz de la — mixte, I, 383. — *mixte ;* sa composition, I, 383. Action de la — mixte sur les aliments, I, 385.

(*B*). SALIVE PATHOLOGIQUE, II, 277. — dans la chlorose, II, 279. Acidité de la — pathologique, II, 278. Passage dans la — des bromures et iodures, II, 278. Odeur de la — pathologique, II, 278. — des hydrargyrisés, II, 278. — dans la maladie de Bright, II, 279. — dans les états nerveux, II, 279. — dans les phlegmasies, II, 279. — des diabétiques, II, 279. Concrétions salivaires II, 280. — dans les vomissements, II, 288.

Sang normal.

(*A*). SANG EN GÉNÉRAL ; PROPRIÉTÉS, COMPOSITION, I, 445. *Caractères généraux* du —, I, 446. Odeur, saveur du —, I, 446. Viscosité, opacité, couleur du — I, 446. Densité du —, I, 447. Alcalinité du —, I, 447. Coagulation du —, I, 447. Composition sommaire du —, I, 448. Tableaux de la composition moyenne du —, I, 449. Composition du —*d'homme ;* variations moyennes, I, 449. Composition du — de *femme ;* variations, moyennes, I, 449. Quantité totale de —, I, 450. Principes constituants du —, I, 451. Séparation des globules et du plasma du —, I, 452. Couleur du — *artériel* et *veineux*, I, 471. — comme aliment, I, 61. Matières minérales du —, I, 68.

(*B*). HÉMOGLOBINE du —, voy. **Hémoglobine**. GLOBULES ROUGES du —, voy. **Globules rouges**. SÉRUM du —, voy. **Sérum sanguin**. COAGULATION du —, voy. **Coagulation**. PLASMA du —, voy. **Plasma sanguin**. GAZ du —, voy. **Gaz**.

(*C*). INFLUENCE DES AGENTS QUI MODIFIENT LE SANG. Action des agents *nutritifs*, *médicamenteux* ou *toxiques* sur le —, I, 529, 531. Influence de l'alimentation sur le —, I, 529. Influence de la pression sur le —, I, 531.

(*D*). SANG DES DIVERS ANIMAUX OU DES DIVERS ORGANES. *Les divers — de l'économie*, I, 533. — des divers animaux, I, 534. — dans les deux sexes, I, 536. — des divers âges, I, 536. — de la digestion et du jeûne, I, 537. — artériel et veineux, I, 537. — des muscles, I, 538. — des glandes, I, 539. — de la saignée, I, 540. — des diverses veines, I, 540. — de la jugulaire, I, 540 ; — de la veine rénale, de la veine porte, des veines sus-hépatiques, I, 541, — des veines spléniques, I, 542. — durant la grossesse, I, 543. — du placenta, I, 543. — menstruel, I, 544.

(*E*). ANALYSE DU SANG, I, 544. Détermination de l'eau et des globules secs du —, I, 548. Détermination du poids des globules et du plasma du —, I, 544. Détermination des poids des globules humides, du sérum et de la fibrine du —, I, 545. Méthode de Figuier, I, 545 ; de Bouchard, I, 546 ; d'Hoppe-Seyler, I, 547. Dosage des matières extractives et des sels solubles du globule rouge du —, I, 548. Dosage des matériaux du plasma et du sérum du —, I, 551. Gaz du —, (voy. **Gaz**).

Sang pathologique, II, 306.

(A). VARIATION DU SANG DANS LES MALADIES EN GÉNÉRAL. Systèmes divers des variations des principes les plus importants du — dans les maladies, II, 306. Variations de la leucine dans le —, II, 311. Maladies où le sérum augmente dans le —, II, 309. Maladies caractérisées par l'augmentation de l'eau du —, II, 309. Résumé de l'état du — dans les maladies aiguës ou chroniques, II, 309. Variations de l'hémoglobine dans le — morbide, II, 310. Variations des globules rouges dans le —, II, 310. Variations de la fibrine dans le —, II, 312. Variations des graisses dans

le —, II, 314. — couenneux, II, 314. Gaz dans le — morbide, II, 314. Variations de l'urée dans le —, II, 314. Accumulation des matières extractives dans le — morbide, II, 371, 373. Matières minérales du —, II, 316. Bactéries, bactéridies du —, II, 317.

(B.) Sang dans les divers cas morbides. — dans la pléthore, II, 317. — dans le tempérament lymphatique, II, 317. — dans l'anémie, II, 319. — dans la leucocythémie, II, 319. Le — contient des matières collagènes dans la leucocythémie, II, 321. — dans la chlorose, II, 319. — dans les hémorrhagies, II, 322. — dans les phlegmasies, II, 322. — dans le rhumatisme, II, 322. Analyses du — dans le rhumatisme aigu, II, 323. Analyses du — dans le rhumatisme chronique, II, 323. État du — dans la pneumonie, II, 323. — dans la goutte, II, 325. — dans les fièvres éruptives, II, 325. État du — dans les fièvres intermittentes, II, 326. — dans la mélanémie, II, 327. — dans l'ictère, II, 328. — dans la phlébite, II, 329. — dans la septicémie, II, 329. — dans la pyohémie, II, 329. — dans les maladies infectieuses, II, 329. Le — dans la variole contient des bactéries, I, 24. État du — dans la fièvre puerpérale, I, 24, II, 330. État du — dans la fièvre typhoïde, I, 24. II, 331. — dans le typhus, II, 332. — dans l'urémie, II, 332. — dans la maladie de Bright, II, 333. — dans les maladies du cœur, II, 334. — dans l'hydropisie, II, 334. — dans les maladies de la moelle, II, 335. — dans le diabète, II, 335. — dans le scorbut, II, 335. — dans le choléra, II, 336, 372. — dans la syphilis, II, 337. — dans la tuberculose, II, 337. — dans la scrofulose, II, 338. — dans les maladies saturnines, II, 338. — dans le cancer, II, 338. — dans les vomissements, II, 289. — dans les selles morbides, II, 295. — dans les urines, II, 391 — dans les sédiments urinaires, II, 419. — dans les sueurs, II, 435.

Sang de rate, I, 24.

Saponine, I, 54.

Sarcine, voy. **Hypoxanthine**. — **Sarcines**, dans les selles, II, 297. — dans les urines, II, 389, 420.

Sarco-éléments (voy. **Sarcoprismes**).

Sarcolactique (Acide), I, 306. L'— cause la fatigue dans le muscle, I, 316.

Sarcolemme, I, 281.

Sarcome, muqueux, II, 521. — lipomateux, II, 520. — mélanique, II, 530.

Sarcoprismes, I, 281, 279.

Sarcosine, I, 300. Constitution, origine de la —, I, 263.

Saturnine. Intoxication —, I, 227; II, 338.

Saumon. Composition de la chair de —, I, 61.

Saumure, I, 140. Empoisonnements par la —, I, 140.

Scorbut. État du sang dans le —, II, 335. — Variations de l'urée dans le —, II, 364.

Scrofulose. État du sang dans la —, II, 338.

Sébacées (glandes), II, 83.

Sébacée (matière), II, 84.

Sécrétions. Voir **Suc gastrique**, **Suc pancréatique**, **Suc intestinal**, **Salive**, **Bile**, **Mucus**, **etc.**

Sédiments biliaires, II, 425.

Sédiments urinaires.

(A.) Sédiments en général. — des urines normales, II, 12. — colorés des urines, II, 31. — ou troubles de l'urine; déterminations analytiques, II, 50. — proprement dits, II, 393. Examen préalable des —, II, 393. — inorganisés; tableau de leurs caractères différentiels, II, 395. — organisés. Tableau de leurs caractères différentiels, II, 396. Tableau synoptique de l'action qu'exerce l'acide acétique sur les —, II, 397. Tableau de l'action qu'exerce la potasse sur les —, II, 397.

(B.) Sédiments de matières minérales. II, 401. — d'oxalate de chaux, II, 401. — de phosphates terreux, II, 403. — de phosphates ammoniaco-magnésien, II, 404.

(C.) Sédiments formés de matières organiques. — formés de matières organiques non organisées, II, 405. — de carbonates terreux, II, 405.

— d'acide urique, II, 406. — d'urates, II, 407. — contenant de l'acide hippurique, 410. — contenant de la cystine, II, 411. — à xanthine, II, 412. — à hypoxanthine, II, 412. — à tyrosine, II, 413. — à guanine, à guano-xanthine, II, 413. — à cyanourine, II, 415. — bleus, à uroglaucine, II, 415.

(D.) SÉDIMENTS DE SUBSTANCES ORGANISÉES, II, 415. — à mucus, II, 416. — à fibrine, II, 417. — formés d'épithéliums et de tubes urinifères, II, 417. — formés de produits de désorganisation, II, 418. Pus dans les —, II, 419. — contenant du sang, II, 419. — à microzoaires et microphytes, II, 420. — contenant des spermatozoïdes, II, 420.

Selles normales. Voy. **Excréments**.

Selles pathologiques, II, 292. Matériaux divers dans les —, II, 292. — riches en graisse, II, 293. — contenant de l'urée, II, 293. — contenant de l'alloxane, II, 293. — ammoniacales, II, 294. Albumine dans les —, II, 294. Bile dans les —, II, 294. Tyrosine dans les —, II, 294. Leucine dans les — II, 294. Mucus dans les — II, 294. — contenant du pus, II, 295. — contenant du sang, II, 295. — contenant des microzoaires ou des microphytes, II, 296. — vertes, II, 296. — de la diarrhée, II, 297. — des purgatifs, II, 298. Élimination des divers médicaments par les —, II, 299. — de la dyssenterie, II, 299. — du choléra, II, 299. Concrétions intestinales, II, 302. — dans l'ictère, II, 302. — de la fièvre typhoïde, II, 302.

Sels contenus dans l'air atmosphérique, I, 16. Les — minéraux sont nécessaires dans les aliments, I, 35. — des urines normales, II, 37. — ammoniacaux des urines normales, II, 43. — minéraux excrétés journellement (*note*), I, 70. Influence du suc gastrique sur les — minéraux, I, 407. Les — minéraux aident à l'assimilation des corps protéiques, I, 576. — à acides organiques; leur combustion dans l'économie et leur passage dans les urines, II, 34. — minéraux alcalins; leur passage dans les urines, II, 46. — de mercure; leur passage dans les urines, II, 46. — ammoniacaux dans la sueur, II, 81. — dissous dans les eaux minérales; leur origine, I, 149, 150. — nécessaires dans les eaux potables, I, 158. Le — marin est nécessaire à l'alimentation, I, 580. — du sang, I, 517. — calcaires dans les calculs de la bile, II, 429.

Séné. Son pigment peut passer dans les urines, II, 549 (*note*).

Septicémie. Sang pathologique dans la —, II, 329.

Serai, II, 250, 252.

Séricine (de la soie). Constitution; origine, I, 264.

Sérine du *sérum sanguin*, I, 510. Propriétés de la —, 511. Variations de la — dans les maladies, II, 311. Dosage de la — dans le sérum, I, 552. La — modifiée dans quelques maladies passe dans les urines, II, 324.

Séroline, I, 433.

Sérosités.

(A.) SÉROSITÉS NORMALES. Comment elles se produisent, II, 115. Caractères physiques et chimiques des —, II, 115. Les — contiennent-elles les matières génératrices de la fibrine? II, 116. Analyse des —, II, 116, 452. — *péricardiques*, II, 117. — *de la plèvre*, II, 118. — *cérébro-spinale*, II, 118. — *de la tunique vaginale*, II, 119. — du *péritoine*, II, 119. — *hydro-ovarique*, II, 119. Liquide allantoïdien, II, 119. Liquide amniotique, II, 119.

(B.) SÉROSITÉS MORBIDES. Origine des — morbides, II, 447. Les — ne sont pas des produits de sécrétion, II, 447. Principales substances des — morbides, II, 449. Les — morbides contiennent-elles toujours de la fibrine? II, 449. Variations de composition des — morbides chez le même individu, II, 450. Constatation des principales substances des — morbides, II, 451. — *de la plèvre*, II, 454. Tableau d'analyses, II, 456. — *péritonéales*, II, 457. Analyses, II, 458. — du *péricarde*, II, 459. — — de l'*hydrocèle*, II, 460. — *hydro-ovarique*, II, 461. — de l'*œdème*, II, 462. — du vésicatoire, des bulles, II, 463. — de l'*hydropisie céphalo-rachidienne*, II, 463. — dans l'*hy-*

darthrose, II, 464. — épanchées dans les articulations, II, 486. Méthodes d'analyse des —, II, 452.

Sérum sanguin. Comment il se forme, I, 484. Propriétés du —, I, 509. Composition du —, I, 510. Matières albuminoïdes du —, I, 510, 512. Fibrine soluble du —, I, 512. Paraglobuline du —, I, 512. Peptones du —, I, 513. Caséine du —, I, 513. Le — contient-il des substances collagènes? I, 513. Matières extractives du —, I, 514. Sels minéraux du — et du plasma sanguin, I, 517. Cuivre, manganèse, fluor dans le —, I, 519. Gaz du —, I, 525, 526. Maladies où le — augmente, II, 309.

Sérum musculaire. Voy. **Tissu musculaire**.

Sérums. (*Voir les divers* **Tissus** *ou les* **Humeurs** *qui les forment.*)

Sharpey. Fibres perforantes de —, I, 354.

Silice dans les eaux potables, I, 161. — dans l'organisme, I, 275. — des urines normales, II, 42. — dans les sédiments et calculs urinaires, II, 405.

Silicique (Acide). Voy. **Silice**.

Sirupus extractus carnis, I, 116.

Sole. Composition de la chair de —, I, 61.

Solubilité des divers corps dans l'eau, I, 144.

Sommeil. Son influence sur la nutrition générale, I, 573. Variations des sulfates urinaires durant le —, II, 40. Influence du — sur la respiration, II, 169.

Sophistications des matières alimentaires, I, 132. (Voir en général le nom de l'aliment et le mot **Aliments**).

Soufre. Son rôle dans les matières protéiques, I, 265.

Spectre de l'hémoglobine, I, 470. — — de l'hématine, I, 471 et 481. — de l'oxyhémoglobine, I, 472. — de l'hémoglobine oxycarbonée, I, 475.

Spermatine, II, 242, 444.

Spermatorrhée, II, 445.

Spermatozoïdes, II, 243. — dans les sédiments urinaires, II, 420.

Sperme, II, 240. Le — est un mélange, II, 240. Le — éjaculé est un mélange complexe, II, 241. Matières albuminoïdes du —, II, 242. Cristaux déposés spontanément dans le —, II, 242. Cérébrine, protagon, lécithines du —, II, 243. *Spermatozoïdes*, II, 243. Analyses du —, II, 244. — anormal, II, 445.

Spirillum, I, 24.

Spiromètre, II, 135.

Spores dans l'air atmosphérique, I, 16. — morbigènes, I, 22. — des moisissures. I, 23.

Squirrhes. Quantité de corps gras dans les —, II, 519.

Stéatose osseuse, II, 516.

Stercorine, I, 433. Son origine, II, 114.

Stroma des globules rouges, I, 457. Matières constituantes du — des globules rouges, I, 462. Le — de Rollett est formé de globuline, I, 463.

Strongle géant dans les urines, II, 421.

Substances collagènes considérées au point de vue de l'alimentation, I, 40. Les — se séparent des *matières albuminoïdes proprement dites*, I, 233. Tableaux de la composition centésimale des —, I, 236. — de l'os, I, 353. — du cartilage, I, 545. Les — n'existent pas dans le sang normal, I, 513. Digestion des — dans l'estomac, I, 406. Les — sont peu assimilables, I, 40.

Substances extractives de la viande, I, 112 et 113.

Substances médullaires du tube nerveux, II, 191.

Succinamique (Acide). Isomère de l'—, I, 216.

Succinique (Acide) dans les vins, I, 121. Recherche dans un liquide organique de l'—, I, 295. — dans les urines, II, 31. Dosage de l'— dans les urines, II, 66 et 68.

Suc gastrique, I, 388. Glandes qui sécrètent le —, I, 387. Agents qui excitent l'excrétion du —, I, 387. Quantité de — sécrété, I, 388. Propriétés du —, I, 388. Acide libre du —, I, 389. Divers acides dans le —, I, 391. Matières extractives du —, I, 393. Matières minérales du —, I.

393. Composition du —. (*Tableau*), I, 393. Méthode pour se procurer du —, I, 394. Le — paraît différer suivant l'excitant qui l'a fourni, I, 394. — chez les divers animaux, I, 395. — artificiel, I, 395. Influence de l'alcool, des sels minéraux, des peptones, des acides, de la bile, sur l'action du —, I, 396. Action de la chaleur et du froid sur le —, I, 396. Quelle quantité le — digère de matières protéiques, I, 404. Le — contient toujours de l'urée, II, 283, 353. — *pathologique*, II, 282. — dans les vomissements, II, 287. L'excrétion du — rend les urines neutres ou alcalines, II, 353.

Suc intestinal, I, 422. Comment on se le procure, I, 422. Propriétés et composition du —, I, 424. Action du — sur les substances alimentaires, I, 425.

Suc pancréatique, I, 414, Comment on l'obtient, I, 414. Propriétés du —, I, 415. Fonctions digestives du —, I, 416. Composition du —. (*Tableau*), I, 416. Action du — sur les matières protéiques, I, 416. Action du — sur la fibrine, I, 417. Peptones qu'il fournit, I, 417. Action du — sur les hydrates de carbone, I, 418. Action du — sur les graisses, I, 418. Ferments du —, I, 419.

Sucre de canne. *Voy*. **Saccharrose**.

Sucre de lait. *Voy*. **Lactose**.

Sucre. (*Voy*. aussi **Glucose**.) Le — varie dans le muscle pendant le travail, I, 514. — du sérum sanguin, I, 514. Dosage du — dans le sérum sanguin, I, 553. Le — accompagne souvent l'albumine dans les urines, II, 385.

Sudoripares (Glandes), II, 78.

Sueur.

(*A*). Sueurs normales, II, 78. Quantité de — sécrétée, II, 79. Manière de recueillir la —, II, 79. Propriétés de la — normale, II, 79. Composition générale de la —, II, 79. Acides de la —, II, 79. Tableau de la composition de la —, II, 80. Sels ammoniacaux dans la —, II, 81. Urée dans la —, II, 81. Pigments de la —, II, 82. Réactions de la — sur les teintures colorées, II, 82. Matières minérales de la —, II, 82. Variations de sa composition, II, 83. — des diverses parties du corps, II, 83. Passage des médicaments dans les —, II, 83.

(*B*). Sueurs morbides, II, 432. Variations de ses caractères physiques, II, 432. — froides, II, 433. Réaction au papier de la — morbide, II, 433. Variations des caractères chimiques de la — morbide, II, 433. Urée dans la — morbide, II, 434. Ammoniaque dans la — morbide, II, 434. Acide lactique dans les — morbides, II, 434. Acide hippurique des — morbides, II, 434. Acide urique dans les — morbides, II, 434. — contenant des graisses, II, 435. — contenant du glucose, II, 435. — contenant de l'albumine, II, 435. — contenant des matières colorantes, II, 435. Matières minérales des — morbides, II, 435. — sanguinolentes, II, 435. — colorées, II, 436. Passage des médicaments dans les —, II, 437.

Sulfates. — de cuivre ajouté au pain, I, 134. — alcalins dans l'organisme, I, 275. — des urines normales; leurs variations, II, 39, 40. Variations des — dans les urines morbides, II, 378.

Sulfocyanures. Leur présence dans la salive est douteuse I, 379.

Sulfure de carbone. Effets nuisibles des vapeurs de —, I, 225.

Sulfurique (Acide). Dosage de l'— dans l'urine, II, 56. (*Voy*. **Sulfates**.)

Synovie. Propriétés, composition de la —, II, 128. — morbide, II, 486.

Syntonine, I, 290. Préparation, propriétés de la —, I, 290 et 291. Composition de la —, I, 108. — dérivant de l'action des acides sur les corps protéiques, II, 243. — produite par l'action des alcalis étendus sur les matières protéiques, I, 246. Digestion stomacale de la —, I, 406.

Syphilis. État du sang dans la —, II, 337.

T

Tabac. Émanations du tabac ; leurs effets, I, 225.

Tænia *échinococque* dans les urines, II, 421.

Tannin des vins, I, 121.

Tanret. Réactif de — pour le dosage de l'albumine dans l'urine, II, 72.

Tartre dentaire, II, 281.

Taurine, I, 304, II, 106. Constitution; origine de la —, I, 264. — dans la rate, I, 561. — dans les urines, II, 389. — dans le poumon, II, 132.

Taurocarbamique (Acide), II, 107.

Taurocholique (Acide), II, 102, 103.

Taurylique (Acide) des urines normales, II, 32.

Teinture de carmin. Emploi de ce réactif pour les épithéliums, II, 123.

Tempérament lymphatique. État du sang dans le —, II, 317.

Température des espaces sidéraux, I, 28. Variations de la — ambiante, I, 29, 30. Effets de la — dans la genèse des maladies, I, 30. La — animale augmente avec l'activité nerveuse, II, 217. Influence de la — ambiante sur la respiration, II, 178.

Tendons. Composition des —, I, 325. — comme aliments, I, 63.

Tentes d'hôpital, I, 212.

Terre osseuse, I, 352.

Testicule, II, 240. Altération du —, II, 443.

Thé. Infusion de —, composition du —, I, 57. Le — influe-t-il sur l'excrétion de l'urée? II, 18, II, 365.

Thymus, I, 564.

Tissu adipeux, I, 329. Constitution du —, I, 329. Cellules du —, I, 330. Nutrition du —, I, 566.

Tissus cartilagineux, I, 341. Classification et constitution des —, I, 341. *Cartilages hyalins;* leur constitution, I, 342. *Cartilages élastiques ou réticulés*; constitution, I, 342. *Cartilages fibreux*, constitution, I, 342. *Cartilage hyalin*, I, 343. Cellule cartilagineuse, I, 343. Substance fondamentale du —, I, 344. Composition du —, I, 344. Cartilagéine, I, 345. Chondrin, I, 346. Cellules du —; composition, I, 349. Cendres du —, I, 349. Calcification du —, I, 349. Nutrition du —, I, 566.

Tissu conjonctif, I, 320. Éléments histologiques du —, I, 320. *Fibrilles ou lames, substance unissante, corpuscules ou éléments cellulaires, fibres élastiques du* —, I, 321. Analyse immédiate du —, I, 323. Faisceaux lamineux du —; leur composition, I, 324. Fibres élastiques du —; leur composition, I, 326. Substance unissant les faisceaux du —; leur composition, I, 326. Cellules ou corpuscules du —; leur composition, I, 328. Nutrition du —, I, 566. — *muqueux*. Constitution du —, I, 321. Composition du — muqueux, I, 328. — *réticulé;* sa constitution, I, 322. Composition du — réticulé, I, 329.

Tissus contractiles non striés, I, 316.

Tissu élastique. Composition du —. I, 327.

Tissu musculaire.

(*A.*) TISSU MUSCULAIRE EN GÉNÉRAL, I, 277. Classification des tissus musculaires, I, 277. Constitution histologique du —, I, 278. Etude chimique des divers éléments du —, I, 280. Substance des stries claires transversales du —, I, 281. Substance interfibrillaire des stries longitudinales du —, I, 283. Tissus accessoires accompagnant le —, I, 283. Phénomène de la rigidité du —, I, 283, 287. Action de la chaleur sur la contractilité du —, I, 286. *Changements produits dans le — par son activité*, I, 310. Phénomènes chimiques dus à la mise en activité du —, I, 313. Assimilation et désassimilation dans le —, I, 565.

(*B.*) SUBSTANCES CONSTITUTIVES DU TISSU MUSCULAIRE. *Sérum musculaire*, I, 291. Analyse immédiate de ce sérum I, 292. Albumines du *sérum du* —, I, 295. Caséine, hémoglobine du —, I, 296. Créatinine, I, 297. Créatine, I, 298. Hypoxanthine, I, 300. Xanthine, I, 301. Carnine, I, 302. Acide urique, I, 303. Urée, I, 303. Acide inosique, I, 303. Dextrine, I, 304. Glucose, I, 304. Glycogène, I, 304. Taurine, I, 304. Inosite, I, 305. Acide sarcolactique, I, 305. Acides acétique, formique, butyrique, etc. du —, I, 307. Ferments du —, I, 307. Graisses du —, I, 307. Eau du —, I, 308. Cen-

dres du —, I, 308. Cendres de l'extrait de viande soluble, et du résidu insoluble. *Tableau*, I, 309. Gaz du —, I, 309.

(*C*.) CHAIR MUSCULAIRE COMME ALIMENT. Propriétés physiques de la viande, I, 283, 284. Composition de la —, I, 284. Acidité de la —; attendrissement de la —, I, 285, 286. Couleur de la —, I, 285. Action des réactifs sur la —, I, 285. Coction de la —, I, 286. Substance spontanément coagulable de la —, I, 288. Extrait de — ou *Bouillon*, I, 286. (Voy. aussi ce dernier mot et **Extrait de viande**.

Tissu nerveux, description, II, 187. (Voy. **Matière nerveuse** pour sa composition chimique). Nutrition du —, I, 566. Dégénérescences et altérations du —, II, 536.

Tissu osseux, I, 350. Constitution histologique du —, I, 350. — *spongieux ou réticulaire*, I, 351. Composition générale du —, I, 352. Matières organiques du —, I, 353. *Osséine*, I, 353. *Gélatine*, I, 355. Matières minérales du —, I, 356. Cendres d'os, I, 357. Fluor dans le —, I, 358. L'apatite existe-t-elle dans la terre osseuse? I, 358. Variations dans la composition du —, I, 359. Tableau de la composition du — aux divers âges, I, 360. Influence du régime sur la composition du —, I, 360, 361. Nutrition du —, I, 566. Désassimilation du —, I, 361.

Tissus en général. Leur eau de constitution, I, 144. Leur rôle; comment on doit les étudier, I, 276. Méthode générale d'analyse immédiate des —, I, 293.

Tissus (Infiltrations et dégénérescences. Voy. *ces mots*).

Tophacées (Concrétions). II, 545.

Torréfaction du café, I, 55.

Tortues. Chair de —, I, 66. Œufs de —, I, 66.

Tosajo, I, 139.

Travail cérébral. Le — influe sur l'excrétion de l'urée, II, 19. Le — influe sur la nutrition générale, I, 572.

Travail musculaire. Le — dépense de la matière protéique, I, 74. La production du — consomme des matières ternaires, I, 74. Production du —, conditions nécessaires, I, 74, 75. Absorption de l'oxygène pour la production du —, I, 94, 95. La production du — fait disparaître de la chaleur dans l'économie, I, 95. Rapport entre le — produit et l'oxygène absorbé, I, 95. Quantité de matières nutritives pouvant produire 1000 kilogrammètres, I, 96. Rapport entre la quantité de — produit et l'excès de chaleur apparue dans l'économie, I, 96. — produit dans une journée par un ouvrier, I, 97. Effets du — dans le muscle, I, 310 *et suiv*. Influence du — sur la nutrition générale, I, 568. Phénomènes produits dans le muscle par le —, I, 568. Influence du — sur la composition du muscle, I, 570, 571. Le — influe-t-il sur l'excrétion de l'urée? II, 18.

Trembles, II, 443.

Trichine dans les viandes, I, 128.

Trichomonas vaginalis, I, 23.

Tricophiton tonsurans, I, 22.

Trimargarine, I, 333 et 334.

Triméthylamine dans le sang, I, 516. — des urines normales, II, 32.

Trioléine, I, 333 et 334.

Tripalmitine, I, 333 et 334.

Triphenyl-rosaniline dans le lait, II, 441.

Tristéarine, I, 333 et 334.

Tubercules. Nature des — pulmonaires, II, 496. Substances qui entrent dans la composition des —, II, 498. — caséeux, II, 497. — crétacés, II, 498.

Tuberculose, II, 496. État du sang dans la —, II, 337. — du rein, II, 342.

Tubes urinifères, II, 3. — de Bellini, II, 4. — déposés dans l'urine, II, 417. Leur détermination, II, 417.

Tubes nerveux, II, 190.

Tumeurs mélaniques, II, 529. — squirrheuses du sein; liquide de ces tumeurs, II, 442.

Tunicine, I, 270.

Tyrosine. Constitution, I, 261. Origine, I, 264. Dérivés par oxydation

de la —, I, 261. Quantités produites par la décomposition des matières protéiques, I, 245. Composition de la —, I, 260. Recherche de la — dans un liquide organique, I, 295. La — existe-t-elle dans le suc pancréatique? I, 415. — dans les produits de la digestion pancréatique, I, 417. — dans le plasma sanguin, I, 516. — dans les urines, II, 388. — dans les sédiments urinaires, II, 413. Dosage de la — dans les urines, II, 76. — dans le pancréas, II, 88 — dans les selles morbides, II, 294.

Typhus. État du sang dans le —, II, 332.

U

Urates. Sédiments et calculs urinaires d'—, II, 407. — d'ammoniaque dans les calculs et sédiments urinaires, II, 409. — de soude dans les calculs et sédiments urinaires, II, 409. — de magnésie dans les calculs et sédiments urinaires, II, 410. — de potasse dans les calculs et sédiments urinaires, II, 410. — de chaux dans les calculs et sédiments urinaires, II, 410.

Urée.

(*A*). Urée dans les urines normales, II, 15. Constitution et propriétés de l'—, II, 15. Constance de l'urée dans les urines, II, 16. Variations dans l'excrétion de l'—, II, 17. Variations de l'— excrétée dans le travail musculaire, II, 18. Excrétion de l'—; influence de l'absorption d'eau, II, 18. Influence du thé et du café sur l'excrétion de l'—, II, 18. L'excrétion de l'— est variable avec l'âge, II, 19. Mécanisme de l'excrétion de l'—, II, 19. L'— est extraite du sang par le rein, II, 19. Influence de la néphrotomie sur l'excrétion de l'—, II, 20. Dosage de l'— dans l'urine, II, 59 et suiv. L'— peut-elle être produite par l'oxydation des matières protéiques? I, 250. L'— peut dériver de l'acide urique, II, 21 et 22. L'— disparaît quelquefois des urines, II, 388.

(*B*). Variations de l'urée urinaire dans les maladies, II, 356 et suiv. — dans la défervescence, II, 357. Influence de la diarrhée, des sueurs, des altérations du rein sur l'élimination de l'—, II, 357. Courbe des variations de l'— et de la température du malade, II, 357. Courbes des variations de l'— et du sel marin, II, 358. — dans les fièvres intermittentes, II, 358. — dans la pneumonie, II, 358. — dans le rhumatisme aigu, II, 358. — dans la fièvre typhoïde, II, 359. — dans les fièvres éruptives, II, 359. — dans les maladies aiguës du foie, II, 359. — dans l'ictère, II, 359. Variations de l'— dans les maladies chroniques, II, 360 et suiv. — dans l'azoturie, II, 360. — dans le diabète, II, 361. — dans l'oligurie, II, 361. — dans les maladies du cœur, II, 362. — dans l'hydropisie, II, 362. — dans l'albuminurie, II, 362. — dans l'anémie, II, 363. — dans la chlorose, II, 363. — dans les cachexies, II, 363. Relation entre les poids de l'— et de l'extractif des urines, II, 371.

(*C*). Variations de l'urée sous l'influence des agents thérapeutiques, II, 364 et suiv. Influence des diurétiques sur l'élimination de l'—, II, 364. Influence des excitants diffusibles sur l'élimination de l'—, II, 365. Influence des préparations arsenicales sur l'élimination de l'—, II, 366. Influence des préparations de digitale sur l'élimination de l'—, II, 367.

(*D*). Urée dans les humeurs et les tissus. — dans la sueur, II, 81, 434. — dans le cerveau, II, 215. — dans le sang pathologique, II, 314, 315. — dans le plasma sanguin, I, 515. Rapport de l'urée contenue dans le sang à celle qui existe dans les urines, II, 316. Dosage de l'— dans le sérum sanguin, I, 553. — dans le lait, II, 255. — dans les liquides vomis, II, 284, 291. — dans les selles morbides, II, 293. — dans les muscles des cholériques, II, 332.

Urémie. État des sucs stomacaux dans l'—, II, 283. État du sang dans l'—, II, 332. Urée dans le sang pendant l'—, II, 315.

Urinaires (Acides). Dosage et séparation des —, II, 66

Urines.

(*A*). Urines normales. (*a*). *Étude phy-*

sique et chimique préliminaire, II, 7. Sécrétion de l'—, II, 7. La sécrétion de l'— n'est pas due à une simple filtration, II, 7. Quantité d'— sécrétée; ses variations, II, 8. *Caractères physiques généraux* des —, II, 8. Aspect, II, 9. Odeur, II, 9. Couleur, II, 9. Saveur, II, 9. Densité, II, 9. Réaction des —, II, 10. *Etude chimique préliminaire* des —, II, 10. Matériaux dissous, II, 10. Variations des matériaux dissous, II, 11 et 12. *Tableau* de la composition moyenne des —, II, 11. Rapport entre la densité des — et le poids de leur résidu fixe, II, 12. Dépôt des —, II, 12. Acidité des —, II, 13. Fermentation spontanée des —, II, 13. Fermentation ammoniacale des—, II, 14.

(*b*). *Matières organiques* des —, II, 15. *Urée*, II, 15. *Acide urique* des —, II, 20, 24. Acide urique dans les — des enfants à la mamelle, II, 23. Allantoïne dans les —, II, 23. Les — des jeunes enfants contiennent de l'allantoïne, II, 23. Acide hippurique des —, II, 24. Créatine des —, II, 26. Créatinine des —, II, 26. Xanthine dans les —, II, 26. *Matières colorantes* des —, II, 26. Indican, II, 27. Indigo des —, II, 28, 30. Urobiline des —, II, 29. Urochrome des —, II, 29. Uroglaucine des —, II; 30. Urrhodine des —, II, 31. Indirubine des—, II, 31. *Acides gras* des —, II, 31. Acide butyrique des —, II, 31. Acide succinique des —, 31. Acide cryptophanique des —, II, 31.

(*c*). *Corps organiques rares* des—; glucose des —, II. 32. Trimétylamine des —, II, 32. Acide damalurique des —, II, 32. Acide taurylique des —, II, 32. Phénol dans les —, II, 32. Diamide lactylique des —, II, 33. Ferments des —. II, 33. Néphrozymase dans les —, II, 34. Passage dans les urines des corps organiques ingérés, II, 36. Influence de l'ingestion des sels à acides organiques sur les —, II, 34. Passage des alcaloïdes dans les —, II, 35. Passage dans les — des matières colorantes ingérées, II, 35.

(*d*). *Matières minérales* des —, II, 36. *Eau* des —, II, 36. Sels des — ; leurs variations, II, 37. Chlorure de sodium des —, II, 37. Alcalis et terres des —, II, 38. Bromures alcalins des —, II, 38. Sulfates des — ; leurs variations, II, 39. Acide phosphorique des —, II, 40. Phosphates alcalins des —; leurs variations, II, 41. Phosphates terreux des —; leurs variations, II, 41. Acide silicique des —, II, 42. Peroxyde de fer des —, II, 42. Azotates des —, II, 42. Sels ammoniacaux des —, II, 43. Cuivre des —, II, 44. Gaz des — ; leurs variations, II, 44. Passage dans les — des substances minérales ingérées, II, 46.

(*B*). URINES PATHOLOGIQUES. (*a*). *Variations de propriétés physiques et chimiques*. Variations dans la quantité d'—, II, 344. Détermination rapide de la densité des —, II, 345. Détermination rapide du résidu fixe des —, II, 346. Trouble et limpidité des —, II, 347. Couleur des —, II, 348. Passage dans les — des pigments dérivés de médicaments divers, II, 349. (*Note*.) — contenant de l'hémoglobine, II, 349. — contenant des pigments biliaires, II, 349. — *hémaphéiques*, II, 349. (*Note*) — brunissant ou noircissant à l'air, II, 350. Couleur des — dans les maladies fébriles et dans les fièvres septiques, II, 350. Couleur des — dans les maladies chroniques, II, 350. — colorées par les pigments biliaires, II, 351. Odeur des —, II, 351. Réaction des — morbides, II, 352. — morbides; quels principes les acidifient ou les alcalinisent? II, 353. — ammoniacales, II, 351. Détermination des — ammoniacales, II, 353. — alcalines par des sels alcalins fixes, II, 354. Variations de l'acidité des —, II, 354. Variations de volume des —, II, 355. Variations de la densité des —, II, 355.

(*b*). *Variations des divers principes urinaires dans les maladies*. Eau des —, II, 355. Résidu solide des —, II, 355. Variations de l'urée, II, 356 et suiv. (Pour les détails, voy. **Urée**.) Variations des — sous l'influence des médicaments, II, 364. Variations de l'urée dans les — morbides. (Voy. aussi URÉE.) Variations de l'acide urique, II, 367. Matières ex-

tractives des — pendant le choléra, II, 372. Variation de la créatine des —, II, 374. Variations de la xanthine dans les —, II, 374. Variations des matières colorantes des —, II,375. Variations du chlore et des chlorures alcalins des —, II, 376. Variations des sulfates dans les —, II, 378. Variations des phosphates dans les —, II, 379. Les — de la femme enceinte, ne contiennent pas de phosphates, II, 380. Variations de la chaux dans les —, II, 381. Variations de la magnésie dans les —, II, 381. Variations de l'ammoniaque et de ses sels dans les —, II, 381. Principes anormaux dans les —, II, 382. — contenant de l'albumine, II, 382. Les — des ostéomalaciques peuvent contenir une albumine spéciale, II,384. Rapports de l'albumine urinaire et de l'urée dans les —, II 385. — contenant du glucose, II, 385. — contenant des matériaux de la bile, II, 386. — très-foncées, II, 86. — contenant de l'allantoïne, II, 387. — contenant de la leucine, II, 387. — contenant de la tyrosine, II, 388. — contenant de la cystine, II, 389. — contenant de la taurine, II, 389. Acide benzoïque dans les —, II, 389. — contenant de l'inosite, II, 389. — contenant des acides gras, II, 390. — contenant des graisses, II, 391. — contenant du chyle, II, 391. — contenant du sang, II 391, 419. Acide oxalique des —, II, 391. — contenant de l'acide lactique, II, 392. — contenant des microzoaires et des microphytes, II, 420.

(*C*). CALCULS ET CONCRÉTIONS URINAIRES. Voy. **Calculs urinaires**. SÉDIMENTS URINAIRES. Voy. **Sédiments urinaires.**

(*D*). ANALYSE DES URINES, II, 47. (*a*). *Déterminations générales*. Déterminations à faire, II, 51, 48, 50. Quantité d'— émise, II, 48. Densité de l'—, II, 49. Détermination de la densité des — par les pesées, II, 49. Détermination par les aréomètres, II, 49. Limpidité, trouble, sédiments des —, II, 50. Acidité ou alcalinité des —, II, 50. Détermination du poids du résidu fixe, II, 52.

(*b*). *Dosage des éléments minéraux*, II, 53. Détermination du poids des sels minéraux, II, 53. Dosage du chlore dans les cendres par les liqueurs titrées, II, 54. Dosage du chlore des — par la méthode de Liebig, II, 55. Dosage de l'acide phosphorique des — par les sels d'urane, II, 55. Dosage de l'acide phosphorique des phosphates terreux, II, 56. Dosage de l'acide sulfurique, II, 56. Dosage de l'acide silicique, II, 57 Dosage de l'acide carbonique, II, 57. Dosage des alcalis, II, 57. Dosage de la chaux et de la magnésie, II, 58. Dosage de l'ammoniaque, II, 58.

(*c*). *Dosage des principes urinaires organiques*. Dosage de l'urée, II, 59. Méthode de Millon, II, 59. Procédé de Leconte, II, 61. Procédé d'Ivon, II, 61. Procédé de Liebig, II, 62. Méthode de Bunsen, II, 63. Méthode de Heintz, II, 63. Méthode de G. Bouchardat, II, 63. Procédé de Musculus, II, 63. (*Note.*) Dosage du mucus, II, 64. Dosage de la créatinine, II, 64. Dosage de l'acide urique, II, 65. Dosage de l'acide hippurique, II, 65. *Dosage et séparation* des acides lactique, butyrique, acétique, formique, succinique et des acides biliaires, II, 66. Dosage des acides biliaires, II, 66 et 68. Dosage de l'acide succinique, II, 66 et 68. Dosage de l'acide hippurique, II, 66 et 68. Dosage de l'acide lactique, II, 66 et 67. Dosage des acides gras volatils, II, 66 et 67. Détermination des matières colorantes, II, 69. *Colorimètre* urinaire, II, 69. Détermination des pigments, II, 70. Détermination des matières colorantes de la bile, II, 70. Dosage de l'albumine, II, 71. Dosage de l'inosite, II, 72. *Dosage du glucose*, II, 72. 1° par les liqueurs titrées de cuivre, II, 73. 2° par fermentation, II, 74. 3° Dosage au saccharimètre, II, 74. Dosage de l'azote total, II, 75. Détermination des acides biliaires, II, 75. Dosage de la leucine, II, 76. Dosage de la tyrosine, II, 76. Dosage de la xanthine, II, 76. Dosage de l'hypoxanthine, II, 77. Dosage de l'allantoïne, II, 76. Extraction de l'acide oxalurique, II, 77. Séparation des graisses, II, 77. Détermination de la cholestérine, II, 77. Détermination

de l'hémoglobine, II, 77. Séparation et détermination des gaz, II, 78.

Urique (Acide). Constitution, origine, II, 20. I, 263. — dans le plasma sanguin, I, 515. — dans la rate, I, 561. Mécanisme de sa production, II, 20. Ses diverses transformations, II, 21. Variations de la sécrétion urinaire d'—, II, 22. Influence de la quinine sur son excrétion, II, 23. Influence de la ligature des uretères sur son excrétion, II, 23. Variations de l'— dans les urines morbides, II, 367. Sédiments et calculs urinaires d'—, II, 406. — dans le foie, II, 93. — dans le cerveau, II, 213. — dans les sueurs, II, 434. Recherche de l'—, dans un liquide organique, I, 293. Dosage de l'— dans l'urine, II, 65. Dosage de l'— dans le sérum sanguin, II, 553.

Urobiline, II, 109. — des urines normales, II, 29. — des urines de fiévreux, II, 348.

Urochrome. — des urines ; préparation, II, 29.

Uroglaucine, II, 28. — des urines, II, 30. — dans les sédiments urinaires, II, 415.

Uromélanine, II, 30.

Urophosphates des urines, II, 352. (*Note*).

Urostéalithe. — dans les calculs urinaires, II, 414.

Urrhodine, II, 28. — des urines normales, II, 31.

V

Valeur nutritive des aliments, I, 69.

Vapeur d'eau de l'air atmosphérique, I, 7.

Vapeurs et poussières minérales ; leurs effets nuisibles, I, 224.

Végétaux. Comment se produisent les principes immédiats des —, I, 35 et 36.

Veille. Influence de la— sur la nutrition générale, I, 573.

Venins. Composition du venin du *Cobra capello*, I, 266.

Ventilation. Divers systèmes de —, I, 209.

Verderame, I, 130.

Vers parasitaires, I, 23. — vésiculaires dans les urines, II, 421.

Vert de gris (*Champignons des céréales*), voir **Verderame.**

Vésicatoire. Sérosité du —, II, 463.

Vésicule embryogène, II, 219.

Vésicule germinative, II, 219.

Vésicules séminales. Fluide des —, II, 241.

Viande, voyez aussi **Chair musculaire et tissu musculaire.**

(*A.*) La viande comme aliment. — crue, I, 106. —, ses matériaux, I, 107. — crue, nature de ses fibres, I, 107. — crue ; sa coloration, I, 108. — crue ; son sérum, I, 108. — crue de bœuf ; tableau de sa composition, I, 109. Attendrissement de la — quand on la conserve, I, 109. — sels de la —, I, 109. Graisses de la —, I. 109. Matières extractives de la — ; leur rôle dans l'alimentation, I, 109. — Cuissons de la —, I, 110. — cuite, I, 110. — rôtie, I, 110. Transformations de la — durant le rôtissage, I, 110. Composition de la — de bœuf rôtie, I, 111. — bouillie, I, 111. Comparaison de la — crue et rôtie, I, 111. Sels de la — existant dans le bouillon et la viande bouillie, I, 112.

(*B.*) Les diverses viandes comestibles. I, 58. Classification des —, I, 58. Composition des —, I, 59. Composition centésimale de la — de bœuf, I, 59. — de poisson, I, 59. Tableau de la composition de la — de poisson, I, 61. — blanches, I, 59. — noires ; leur composition ; leurs effets sur l'organisme, I, 62.

(*C.*) Altérations et conservation de la viande Altérations des —, I, 127. — trichinées, I, 128. — des animaux atteints de maladies graves, I, 129. — ladres, I, 129. — à cysticerques, I, 129. Putréfaction des —, I, 128. Conserves de —, I, 136. Dessiccation des — à conserver, I, 139. Conservation des — après compression, I, 139. — conservées par les antiseptiques, I, 140.

Viande. *Extraits de* — (voir **Extrait de viande**).

Vibrioniens, I, 24.

Vibrions. *Voy.* aussi **Bactéries.** —, I, 24. — Colorés dans le lait, II, 441. — dans le pus, II, 473. — dans les crachats, II, 510.

Vinaigre. Sophistications du —, I, 135.

Vins, I, 119. Classification des —, I, 119. — spiritueux secs, I, 119. — spiritueux sucrés, I, 119. — astringents, I, 120. — mousseux, I, 120. Arome ou bouquet des —, I, 120. Teneur des — en alcool, I, 120. Odeur vineuse des —, I, 121. Glycérine dans les —, I, 121. Matériaux des —, I, 119, 121 et 122. Tannin des —, I, 121. Matières minérales des —, I, 121. Les — contiennent du glucose, I, 122. Matière colorante des —, I, 122. Matières minérales des —, I, 121. Composition moyenne du —, I, 122. Le — concourt à l'alimentation, I, 123 et 124. Les sels alcalins du — sont assimilés, I, 124. *Maladies des* —, I, 122, 132. Collage des —, I, 138. Plâtrage des —, I, 135. Sophistications des —, I, 123, 134.

Violette. Liqueur cupro-potassique de —, II, 73.

Vitelline, II, 235.

Vitelliniques (Substances). *Voy.* **Jaune d'œuf.**

Vitellus blanc, II, 220.

Vitellus jaune, II, 219. *Voy.* aussi **Jaune d'œuf.**

Vivianite dans le pus, II, 475.

Vomissements, II, 285. — dans l'urémie, II, 283. — dans l'ictère, II, 283, 284. — dans l'ischurie, II, 283. Urée dans les liquides des —, II. 284. — dans la péritonite, II, 284, 290. — dans la rougeole, II, 284. — dans la fièvre typhoïde, II, 284. — dans le diabète, II, 285. — de matières alimentaires, II, 285. Odeur des —, II, 286. Graisses dans les —, II, 286. — de suc gastrique, II, 287. — bilieux, II, 287. — muqueux, II, 288. — purulents, II, 288, 289. — pituitaires, II, 288. — de sang, II, 289. — noirs, II, 289. — de matières fécales, II, 289. — du choléra, II, 290. — dans la péritonite, II, 290.

X

Xanthine, I, 301. Constitution, origine de la —, I, 263. — dans le plasma sanguin, I, 516. — dans la rate, I, 561. — dans les urines, II, 26, 389. — Dosage de la — dans les urines, II, 76. — dans le pancréas, II, 88. — dans le foie, II, 93. — cérébrale, II, 213. Variations de la — dans les urines pathologiques, II, 374. — dans les calculs et sédiments urinaires, II, 412.

Xanthoprotéique (Acide) I, 219.

Z

Zoogléa. Leur structure; leurs transformations, I, 24. — dans les selles, I, 25; II, 296.

ERRATUM

T. I, p. 479, *ligne* 8 :

Au lieu de : ... On filtre et l'on obtient une solution rouge qui, par évaporation, abandonne l'hématine,

Lisez : ... On filtre et l'on obtient l'hématine pure sous forme d'une poudre noir bleuâtre insoluble dans l'alcool.

Même page, ligne 16 :

Au lieu de : ... facilement soluble dans l'eau ou dans l'alcool acidifiés ou alcalinisés,

Lisez : ... insoluble dans l'eau même acidifiée, et soluble dans l'alcool et l'éther acidifiés ou alcalinisés.

